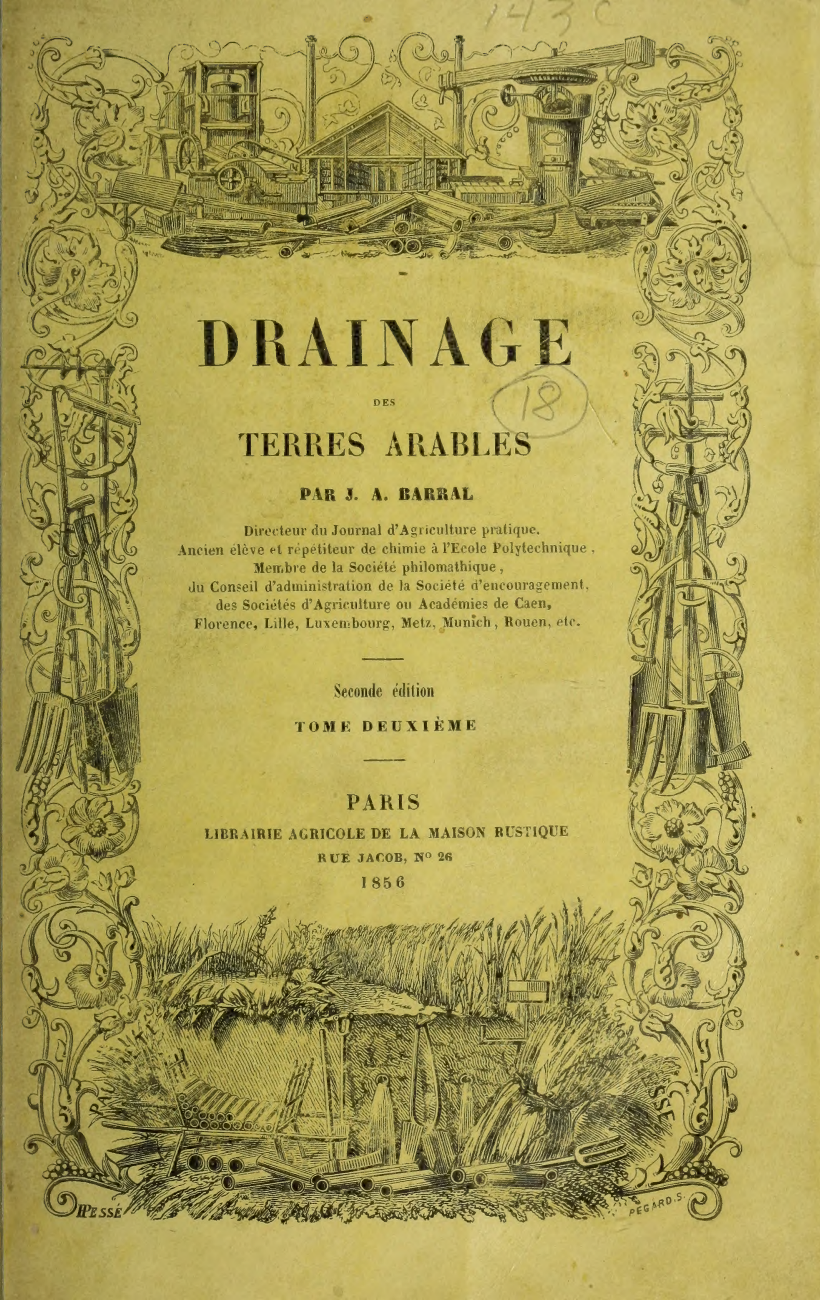

3 1761
99



DRAINAGE

DES

TERRES ARABLES

PAR J. A. BARRAL

Directeur du Journal d'Agriculture pratique.
Ancien élève et répétiteur de chimie à l'Ecole Polytechnique,
Membre de la Société philomathique,
du Conseil d'administration de la Société d'encouragement,
des Sociétés d'Agriculture ou Académies de Caen,
Florence, Lille, Luxembourg, Metz, Munich, Rouen, etc.

Seconde édition

TOME DEUXIÈME

PARIS
LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE
RUE JACOB, N° 26
1856

DRAINAGE

DES

TERRES ARABLES



Paris. — Typographie de Firmin Didot frères, fils et Cie, rue Jacob, n° 56.

DRAINAGE

DES

TERRES ARABLES

PAR

J.-A. BARRAL

Directeur du Journal d'Agriculture pratique,
Ancien élève et répétiteur de chimie de l'École Polytechnique, etc.

Seconde Édition

TOME DEUXIÈME

PARIS

LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE

RUE JACOB, 26

1856

DRAINAGE

DES

TERRES ARABLES

LIVRE V

EXÉCUTION DU DRAINAGE

CHAPITRE PREMIER

Avant-propos

Pour rédiger ce livre de notre Traité sur le drainage, nous avons supposé que nous étions placé dans la position d'un agriculteur qui, ayant entendu parler des bienfaits du drainage, voudrait appliquer cette opération sur ses terres. Nous nous occupons donc successivement de toutes les questions qu'il devra examiner, en admettant qu'il ait affaire aux terrains les plus variés, et nous passons en revue toutes les difficultés qui peuvent se présenter, en même temps que nous indiquons les précautions à prendre pour mener à bien l'entreprise.

Pour se rendre compte de l'efficacité et de la possibilité des travaux de drainage, pour savoir dans quelle direction ils doivent s'effectuer, pour fixer la direction de l'évacuation

des eaux, pour se préparer à surmonter toutes les difficultés provenant de la législation, pour évaluer enfin la dépense dont on va se charger et les bénéfices probables de l'opération, il faut avant tout faire une étude attentive de la *nature géologique* du terrain et de son sous-sol, examiner sa situation par rapport aux terres voisines, effectuer le *levé du plan*, et enfin le *nivellement*. Dans la plupart des travaux agricoles ordinaires on peut se dispenser de représenter graphiquement le terrain, et se borner à tracer sur place les lignes nécessaires à l'évaluation de la surface. Dans ce cas, le levé des plans ne consiste que dans un simple *arpentage*. Mais, pour l'exécution des travaux du drainage, il est convenable de faire un dessin du terrain, et de marquer sur le plan effectué, à l'aide de cotes, les diverses dépressions qu'il présente. Le levé des plans et le nivellement sont donc des opérations pratiques faisant partie essentielle du drainage.

Nous allons décrire ces opérations, en nous mettant tout à fait au point de vue de la pratique agricole, sans avoir recours à d'autres connaissances que les principes les plus élémentaires de la géométrie et de l'arithmétique. Les descriptions que nous donnerons pourront servir d'ailleurs pour d'autres circonstances qui se présentent si souvent en agriculture, surtout dans les exploitations où les travaux de labour, de hersage, etc., ou bien ceux des récoltes, s'entreprennent à la tâche. Il est bon que les agriculteurs puissent se rendre compte des opérations qu'effectuent alors pour eux les géomètres qu'ils emploient.

Nous rejetterons les méthodes d'une précision extrême, qui exigeraient l'emploi d'instruments coûteux, d'un entretien difficile, et nous ramènerons toutes les opérations à leurs termes les plus simples.

Nous recommandons surtout aux personnes qui veulent

drainer de suivre la voie expérimentale. Qu'elles n'admettent pas l'existence de règles générales inflexibles; qu'elles se décident, au contraire, selon les circonstances que signalera une observation attentive des faits particuliers. On a, dans la plupart des cas, fait des travaux beaucoup trop coûteux, on a souvent doublé la dépense par respect pour des méthodes données comme dérivant de principes absolus. Nous engageons vivement les agriculteurs à se méfier des généralités et des moyennes. Il n'y a pour ainsi dire pas deux terrains qui doivent être traités exactement de la même façon. La science du draineur ne repose que sur l'observation; elle ne procède pas *a priori*. Les idées contraires à celles que nous cherchons à faire prévaloir ont fait beaucoup de mal, parce qu'elles ont conduit à négliger l'étude des faits et à appliquer des systèmes élevés sur des théories douteuses. La théorie du drainage est encore dans l'enfance; elle ne sera complète que quand on aura réuni, comparé et discuté un grand nombre d'observations. La méthode que nous conseillons de suivre, dépouillée de tout appareil dogmatique, mènera à constituer la science tout en économisant à l'agriculture des frais considérables.

CHAPITRE II

Étude préalable du terrain

L'étude du terrain est la partie la plus délicate et la plus importante d'une opération de drainage; le succès en dépend, et on ne saurait y apporter assez de soins. Elle n'est jamais trop minutieuse, et on ne doit rien décider tant qu'on ne voit pas aussi clair dans le sous-sol qu'à la surface.

Les observations des cultivateurs sur les inconvénients

produits par l'humidité des diverses parties d'un terrain sont les premières et les plus importantes que tout draineur puisse recueillir pour s'éclairer sur la nature des travaux qu'il entreprendra, afin d'obtenir un assainissement convenable. Il faut parcourir la pièce à drainer, en tenant note de tous les renseignements fournis par le laboureur sur la nature et la dureté du sol, sur les difficultés que le travail de la terre rencontre, soit après les pluies, soit pendant la sécheresse. On remarque les plantes naturelles que le champ présente et qui éclairent sur son humidité habituelle (liv. III, chap. III, t. I, p. 110). Des sources jaillissent-elles en quelques points? Des places sont elles d'une couleur plus foncée que les autres parties du champ après le labour? La végétation subit-elle des retards en quelques endroits? Se présente-t-il des inégalités, des ondulations dans la surface extérieure du terrain, des vallées plus ou moins accentuées, avec des thalwegs nettement tracés et des lignes de faîte bien marquées? La composition géologique du sol change-t elle en certains endroits? Est-elle siliceuse, argileuse, pierreuse, crayeuse? Tels sont les principales questions que l'on résout dans une première visite.

Pour se rendre un compte suffisamment exact de la nature du sous-sol, des accidents du terrain que l'on pourra rencontrer dans l'exécution du drainage, de la profondeur à laquelle on devra creuser les tranchées, de l'écartement nécessaire à donner aux lignes de drains, il faut en outre procéder à quelques travaux d'exploration. Ces travaux consistent dans quelques fouilles et dans l'ouverture d'une tranchée au moins; ils doivent compléter les renseignements fournis par une étude des lieux faite même à une assez grande distance. Il faut surtout visiter les terrains en amont de la terre à drainer, et examiner les chemins creux, les fossés, les carrières de pierres, afin d'obtenir

des indications sur l'alternance et la direction générale des couches géologiques.

Les fouilles consistent en trous creusés en différents endroits, que l'inspection première suffit pour faire désigner de façon à ce que leur examen puisse fournir la plus grande somme possible de renseignements utiles. Ces trous doivent avoir 3 mètres à 3m.50 de côté, et environ 2 mètres de profondeur. On les couvre souvent de paillassons ou de branchages pour empêcher l'évaporation de dessécher trop rapidement les parois. Au fond de quelques-uns de ces trous, surtout dans les parties basses signalées pour être très-souvent plus mouillées que le reste du champ, on fait en outre avec une sonde à main (fig. 209) un trou destiné à aller à une profondeur de 1m.80 au-dessous de celle de la fouille, afin de rechercher s'il n'y a pas d'eau qui jaillisse du fond à la manière des fontaines artésiennes.

On fait vider de temps à autre avec des seaux les trous contenant de l'eau, afin de voir la rapidité avec laquelle ils se remplissent de nouveau. Ces trous, observés avec soin, indiquent nettement la hauteur de la couche imperméable et la forme de son gisement par rapport à la configuration extérieure du sol. Ils indiquent aussi s'il n'y a pas au delà de cette couche imperméable, et à une profondeur qu'on puisse atteindre plus ou moins facilement, une couche poreuse qui soit de nature à servir d'auxiliaire au drainage.

Pour ne pas trop augmenter le nombre des trous d'essai, on fait en outre, mais seulement pour s'assurer de la constance de la composition géologique du sol à drainer, des trous de sonde avec la sonde à main dont nous venons de parler. Cette sonde pèse environ 4 kilogrammes; son prix est de 10 francs; on la manœuvre à peu près comme on fait pour une tarière à percer une pièce de charpente. On l'enfonce d'abord d'environ 0m.40, et on la retire pour examiner la

nature du terrain ramené à la surface ; on continue ensuite de la même manière par des enfoncements allant en

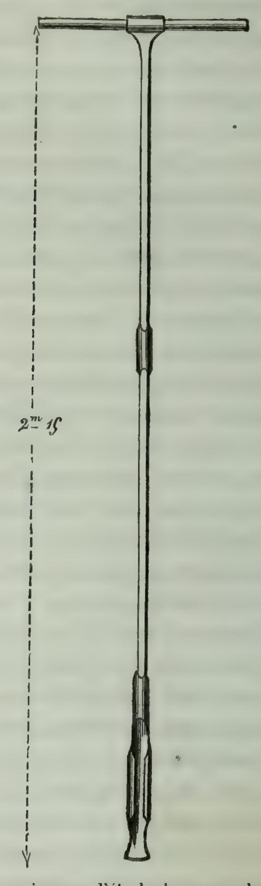


Fig. 209. — Sonde à main pour l'étude du sous-sol des terres à drainer.

croissant de 0m.30 à 0m.40. Avant de commencer chaque sondage, il faut tasser fortement la terre à la place où l'on

doit opérer, afin que l'entrée du trou se maintienne nette, sans éboulements qui le rempliraient. Si l'on vient à rencontrer une pierre qui s'oppose au forage, on renonce au premier trou de sonde pour en faire un second à une petite distance du premier point. Il est bon d'avoir deux rallonges de chacune 1 mètre, afin de pouvoir pousser les sondages jusqu'à une profondeur de près de 4 mètres, et d'avoir deux tarières, l'une de 0m.06 et l'autre de 0m.10 de diamètre, et un ciseau pour les graves et les roches.

Les trous de sonde à l'aide desquels on fait l'exploration d'un terrain doivent être pratiqués d'abord auprès de la tranchée d'essai, afin d'avoir des termes précis de comparaison entre les petits échantillons de terrains ramenés du sous-sol par la tarière et une masse de terre d'un facile examen. Cette tranchée d'essai constitue la partie principale de l'étude expérimentale de la terre à drainer. On la creuse selon la plus grande pente apparente du terrain, et de manière à ce qu'elle puisse servir plus tard pour la pose d'un drain principal ou d'un petit drain. Cela est assez facile dans la plupart des cas; cependant, quand le terrain n'a pas de pente sensible à l'œil, on peut se tromper dans la direction qu'on donne à cette tranchée, et alors on devra la remblayer plus tard quand on opérera le drainage. Ce remblai devra se faire en damant la terre, pour qu'il ne nuise pas à l'exécution des travaux qui viendront recouper la tranchée qu'on aura comblée.

La tranchée d'essai doit être ouverte de façon à présenter un écoulement facile à l'eau qui s'y amassera. De part et d'autre, et en échiquier, on creuse des trous de 0m.50 de côté, et ayant la même profondeur que la tranchée, 1m.20 à 2 mètres. On s'arrange de telle sorte que ces trous ne puissent pas exercer d'influence les uns sur les autres. Pour cela on les place de telle façon que les trous d'un côté

A, B, C, D, E, F, soient par exemple à 14 mètres des trous situés de l'autre côté A', B', C', D', E', F' (fig. 210). Les pieds des perpendiculaires menées de chaque trou à la tranchée sont distants de 10 mètres. Les trous les plus voisins d'un même côté sont d'ailleurs éloignés les uns des autres d'une quantité plus grande, à cause de la disposition en échiquier que nous conseillons d'adopter. Les longueurs des distances perpendiculaires à la tranchée croissent de 2 en 2 mètres. Les trous sont recouverts de branchages ou de paillassons, comme ceux ouverts en d'autres endroits de la pièce de terre, ainsi que nous l'avons dit plus haut.

L'étude de la hauteur de l'eau dans chaque trou doit se faire plusieurs fois, et surtout après les pluies. Lorsque le niveau de l'eau paraît stationnaire, ou lorsqu'il s'abaisse sensiblement de la même quantité d'une observation à l'autre dans tous les trous, le double de la distance à la tranchée du dernier trou où l'effet de cette tranchée s'est fait sentir donne une valeur expérimentale de l'écartement auquel il conviendra de placer les drains.

Le système d'exploration que nous venons d'exposer donnera les renseignements les plus complets sur la situation des veines poreuses dans lesquelles l'eau se rassemble plus abondamment, sur la nature et la constitution du sous-sol, sur la présence de bancs de tourbe, de marnes collantes, de tuf pierreux, etc. L'ingénieur draineur peut avoir ainsi tous les éléments d'appréciation nécessaires pour se rendre compte des difficultés ou des facilités du travail. Il ne doit pas en outre négliger de rechercher comment les eaux du drainage pourront s'écouler au dehors de la propriété assainie, et de voir quels effets elles pourront produire dans les canaux évacuateurs par leur masse probable. Pour cela il devra se procurer des données

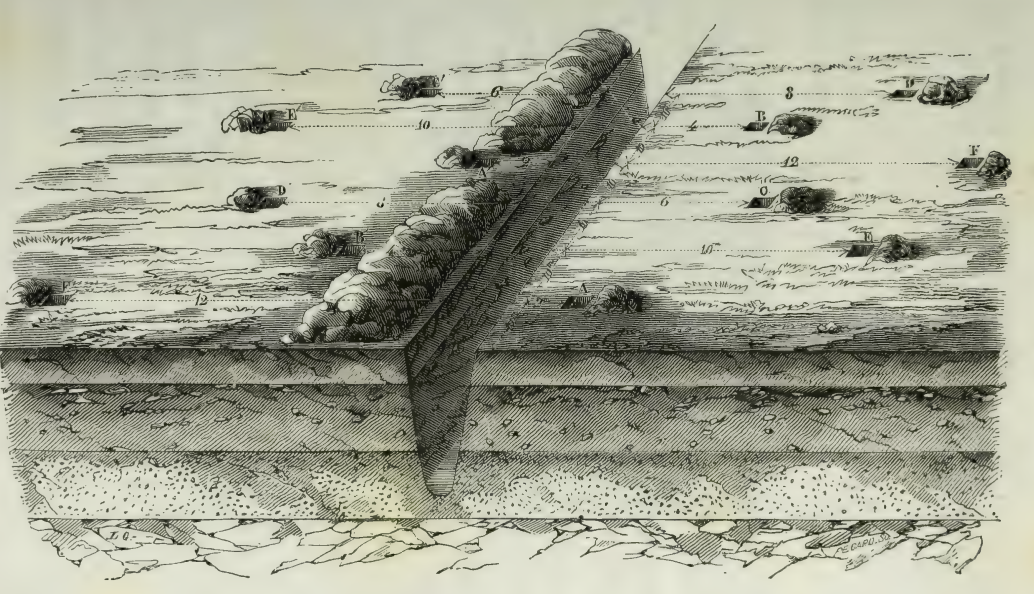


Fig. 210. — Tranchée d'essai et trous d'exploration d'un terrain à drainer.

certaines sur la pluviométrie du pays, sur les crues des cours d'eau, les inondations, les orages qui ont fait époque dans le pays, etc.

CHAPITRE III

Levé des plans des terres à drainer

Les opérations de drainage ne portent pas sur d'immenses étendues de terrains qu'on ne peut mesurer qu'à l'aide de travaux géodésiques compliqués et exigeant une exactitude mathématique dans leurs moindres détails. Les grandes opérations géodésiques se font en partant de données expérimentales qui doivent être considérablement multipliées, de telle sorte que la moindre erreur d'observation peut conduire à des résultats définitifs très-éloignés de la vérité. Il n'en est pas ainsi pour le drainage des champs, où l'on mesure directement presque toutes les lignes utiles, ce qui empêche que les erreurs partielles entraînent, en fin de compte, des erreurs considérables. Ainsi il n'est pas besoin, pour le levé des plans des terres à drainer, d'instruments délicats. Nous ne parlerons pas, par conséquent, des planchettes, boussoles, déclinatoires, stadia, cercles répétiteurs, règles diverses, etc. Les seuls instruments nécessaires à connaître sont la règle et l'équerre d'arpenteur. Avec ces deux instruments peu coûteux, on peut donner aux opérations une rigueur suffisante.

Nous allons entrer dans tous les détails des opérations; les personnes qui ne se sont même jamais occupées d'arpentage pourront arriver à exécuter un levé de plan en suivant à la lettre les indications que nous nous sommes attaché à rendre extrêmement simples.

Le levé des plans s'effectue généralement en mesurant

une base rectiligne qu'on choisit à volonté et que l'on marque par des jalons, simples bâtons que l'on enfonce dans le sol à des distances déterminées. On rapporte à cette ligne droite les points les plus remarquables du terrain, en abaissant de ces points des perpendiculaires que l'on mesure, et dont on fixe les pieds sur la base. Ainsi, soit un terrain de forme polygonale quelconque A B C D E F G (fig. 211), qu'il

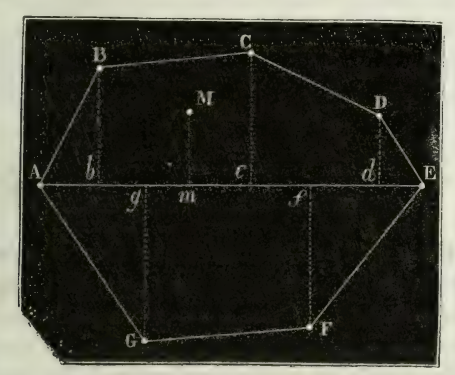


Fig. 211. — Méthode de levé d'un plan.

s'agisse de lever. On mesurera la base A E par la chaîne. Par l'équerre, on cherchera les pieds, *b*, *c*, *d*, *f*, *g*, des perpendiculaires abaissées des sommets du polygone. On mesurera ensuite par la chaîne les distances A*b*, A*c*, E*d*, A*g*, E*f*, B*b*, C*c*, D*d*, F*f*, G*g*, et on aura tout ce qui sera nécessaire pour effectuer sur le papier un tracé du polygone cherché aussi exact qu'on peut le désirer, et ensuite pour en calculer les dimensions. Si un point M, remarquable pour une raison quelconque, doit être noté sur le plan, on le retrouvera de même en cherchant par l'équerre d'arpenteur sa projection *m*, c'est-à-dire le pied de la perpendiculaire M*m* abaissée sur la base A E, et en mesurant A*m* et M*m*

Cette méthode de levé des plans n'est pas autre chose qu'une application du procédé géométrique par lequel on représente la position d'un point dans un plan par des coordonnées menées parallèlement à deux axes rectangulaires, celui des abscisses et celui des ordonnées.

La chaîne d'arpenteur (fig. 212) se compose de chaînons

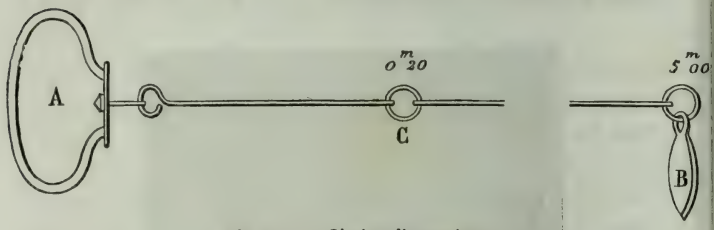


Fig. 212. — Chaîne d'arpenteur.

en gros fil de fer réunis deux à deux par des anneaux C. La distance du centre d'un anneau au centre de l'anneau suivant est de 0m.20. La chaîne se compose ordinairement de 50 chaînons, et par conséquent forme un *décamètre* (10 mètres). Elle se termine par deux poignées A qui servent à la manier. Les mètres sont marqués par un anneau jaune en laiton, et les 5 mètres par une pièce spéciale B, également en laiton. Une bonne chaîne coûte de 4 à 6 francs.

Pour mesurer une distance, on commence par la tracer à l'aide de jalons tous placés suivant la même ligne droite, ce que l'œil permet de faire facilement une fois que deux jalons ont été posés. Le nombre des jalons doit être assez grand pour que les chaîneurs en aperçoivent constamment au moins deux à la fois. La personne qui dirige le chaînage se place alors au point de départ et y maintient l'une des poignées, tandis que son aide, le *porte-chaîne*, marche en avant dans l'alignement, en tenant l'autre poignée. Le porte-chaîne tend ainsi la chaîne, en évi-

tant tout ce qui pourrait déterminer des sinuosités, et en dégageant surtout les nœuds qui se seraient formés pendant la marche. Alors, plaçant la poignée à fleur du sol, puis s'effaçant, afin que l'agent-directeur puisse vérifier si cette poignée est bien dans la direction rectiligne allant du premier au second jalon, il enfonce en terre, à l'intérieur de la poignée, une petite broche en fer F *f*, appelée *fiche* (fig. 213). Cette fiche est le point de départ à partir duquel, pour la mesure du second décamètre, on recommence les mêmes opérations. L'agent-directeur vient placer la poignée d'arrière de telle sorte que la fiche soit dans l'intérieur, tandis que le porte-chaîne marche en avant. On voit d'après cela que l'on perd à chaque fois, ainsi que le montre la figure 214, deux fois l'épaisseur du fil de la

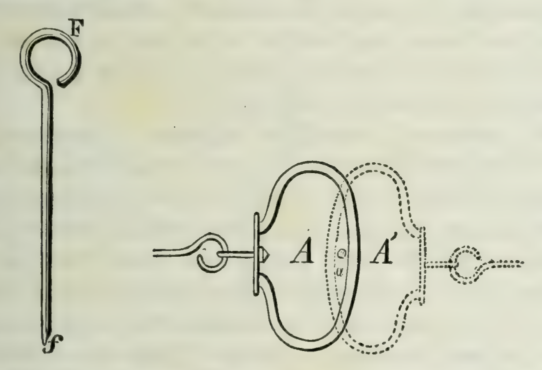


Fig. 213. — Fiche d'arpenteur.

Fig. 214. Fiche arrêtant la chaine d'arpenteur.

poignée, la fiche restant en *a*, tandis que chacune des deux poignées A et A' se trouve avancée ou reculée de l'épaisseur du fil qui la forme. Pour cette raison, la chaîne doit avoir une longueur totale de 10^{m}.005, afin de faire disparaître cette cause d'erreur. L'agent-directeur, après

la mesure de chaque décamètre, enlève la fiche enfoncée en terre par son aide. Lorsqu'il a entre les mains les dix fiches réunies avant le commencement de l'opération, il inscrit sur son carnet 10 décamètres ou 100 mètres, ce qu'on appelle une *portée*, et il rend ensuite les dix fiches au porte-chaîne, pour continuer de la même manière.

L'effort constamment exercé pour tendre la chaîne finit par allonger les boucles et les anneaux des chaînons, par leur donner une forme ovale. Il en résulte qu'il faut, pour des opérations exactes, vérifier de temps à autre la longueur de la chaîne sur une longueur préalablement mesurée avec soin pour servir d'étalon. A cet effet, les arpenteurs de profession doivent sceller dans un mur ou sur un parquet deux forts pitons en fer, sur lesquels il suffit de présenter la chaîne pour constater son allongement. A l'aide du boulon qui termine la tête par laquelle la poignée est réunie au premier chaînon, on peut raccourcir la chaîne de la quantité nécessaire.

On a proposé de remplacer les chaînes d'arpenteur par des décamètres dits *rubans d'acier*, formés d'un seul morceau de ressort trempé et recuit au bleu, et terminé par deux poignées de cuivre, les mètres et les décimètres étant indiqués par de petits disques de laiton rivés sur la chaîne. Mais ces décamètres sont d'un prix élevé (12 à 18 fr.) et se brisent assez facilement. Nous ne les conseillons pas pour les usages agricoles. Quant aux roulettes à rubans, elles ne peuvent pas donner de bons résultats pour des opérations exécutées au milieu des broussailles et dans l'humidité.

Quand le terrain est très-ondulé, on tend la chaîne au-dessus des ondulations, en la tenant aussi horizontalement que possible, en s'aidant de deux jalons bien droits que l'on tient à la main. Mais lorsque le terrain est régulière-

ment incliné, il faut mesurer sa longueur réelle suivant la pente. Pour les levés des plans ordinaires, on réduit ensuite à l'horizon par le calcul les longueurs mesurées, selon la méthode dite de *cultellation*, d'après laquelle on mesure le sol toujours horizontalement, quelle que soit l'inégalité de sa surface. Cette méthode est fondée sur ce fait que, par suite de la direction verticale que prennent les végétaux, un terrain en pente n'en contient pas davantage qu'un terrain uni. Pour les travaux de drainage, il faut avoir les longueurs réelles suivant les pentes des terrains, parce que ce sont ces longueurs qui donneront celles des tuyaux à employer.

Le second instrument nécessaire et suffisant pour bien exécuter le levé d'un plan pour drainage ou pour toute autre opération agricole, est l'équerre d'arpenteur (fig. 215).

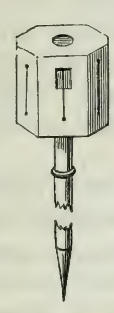


Fig. 215. — Équerre d'arpenteur.

C'est un tambour de la forme d'un prisme droit à huit pans égaux, ayant un décimètre de haut et un diamètre de $0^{m}.06$ à $0^{m}.07$. Ce tambour est creux; on le monte, à l'aide d'une douille vissée dans la partie inférieure, sur un bâton d'environ $1^{m}.50$ de hauteur, armé d'une pointe de fer que l'on enfonce verticalement dans le sol. Quatre

plans diamétraux perpendiculaires deux à deux, et dont deux consécutifs font par conséquent des angles de 45°, percent les huit faces du prisme de fentes verticales appelées *pinnules*. Les pinnules de quatre faces opposées deux à deux sont terminées, dans les meilleures équerres, par de petites fenêtres rondes, et les quatre autres faces ont leurs pinnules surmontées de fenêtres rectangulaires traversées en hauteur par un fil tendu. Une bonne équerre et son bâton ferré coûtent de 7 à 10 francs.

L'usage de cet instrument est facile : lorsque l'œil est appliqué sur l'une des pinnules, il voit par la pinnule opposée une ligne droite et peut aisément distinguer un jalon. Les deux autres pinnules de même espèce tracent une ligne droite perpendiculaire à la première direction, et les quatre autres pinnules deux lignes faisant avec cette même direction des angles de 45°. En portant cet instrument en diverses positions, on arrive facilement à trouver les pieds des perpendiculaires abaissées sur une direction donnée de différents points, ainsi que les points placés sur cette même direction d'où d'autres points sont vus sous des angles de 45°.

En conséquence, en se servant des principes élémentaires de la théorie géométrique des parallèles et des propriétés des triangles rectangles isocèles, on peut aisément résoudre les sept problèmes suivants :

Problème I. — Mener une perpendiculaire à une droite accessible.

Soit A B (fig. 216) la droite, marquée par deux jalons A et B, à laquelle il faut mener une perpendiculaire par le point C. On plantera l'équerre en ce dernier point, on visera le point A à travers deux pinnules diamétralement opposées, et on s'assurera ensuite si le point B est bien dans la même visée. Lorsque ce résultat est obtenu, on fait po-

ser un jalon D dans la direction des deux pinnules perpendiculaires aux deux premières, et on remplace l'équerre par un jalon C, ce qui détermine la perpendiculaire cherchée C D.

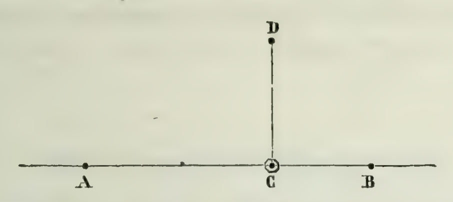


Fig. 216. — Tracé d'une perpendiculaire à une droite.

Si le point avait été donné en dehors de la droite A B, pour mener une perpendiculaire par ce point D à cette droite, on aurait opéré par tâtonnement avec l'équerre en la portant successivement en divers points de A B, jusqu'à ce que, deux pinnules opposées se trouvant dans la direction A B, on eût aperçu le point D par les deux pinnules percées perpendiculairement.

Problème II. — Mener par un point une parallèle à une droite accessible.

Soient donnés par des jalons la droite AB et le point C (fig. 217). On mènera d'abord à cette droite la perpendi-

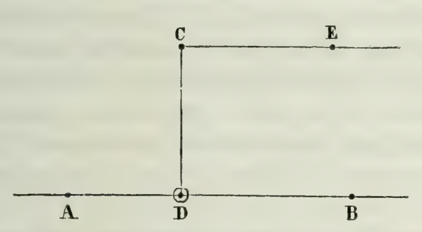


Fig. 217. — Tracé d'une parallèle à une droite.

culaire CD, selon les termes du problème I, et la droite

CD étant obtenue, on lui élèvera à son tour la perpendiculaire CE, qui sera la droite cherchée.

Problème III. — Mesurer la distance d'un point inaccessible au point où l'on se trouve.

Soit à chercher la distance du point B au point A, dont on ne peut pas approcher (fig. 218). On pose l'équerre

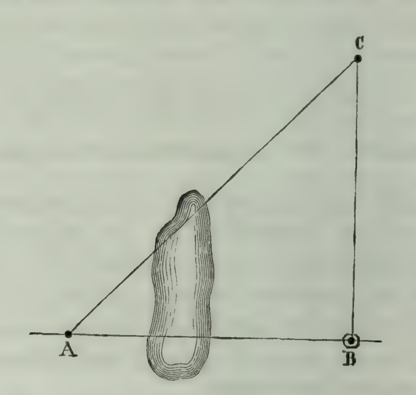


Fig. 218. — Mesure de la distance d'un point à un autre point inaccessible.

en B, on vise le point A, et on fait placer des jalons suivant la direction BC des deux pinnules perpendiculaires aux pinnules dirigées suivant BA. On marche ensuite avec l'équerre le long de la ligne BC jusqu'à ce qu'on rencontre un point C, tel qu'on aperçoive à la fois le point B par deux pinnules et le point A par les deux pinnules faisant 45° avec la ligne des premières. La longueur CB, qu'on peut mesurer par la chaîne, est égale à la longueur cherchée BA.

Problème IV. — Mener par un point une parallèle à une droite inaccessible.

Soit AB (fig. 219) la droite inaccessible, mais dont on

voit les deux points A et B; soit C le point par lequel il s'agit de lui mener une parallèle. En se plaçant à la vue à peu près sur la perpendiculaire menée par le milieu inconnu de AB, on cherche par tâtonnement un point M tel que l'on aperçoive les deux points A et B par deux lignes de

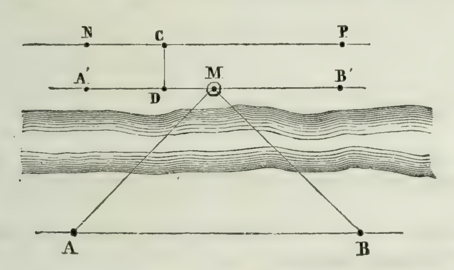


Fig. 219. — Tracé d'une parallèle à une droite inaccessible.

l'équerre situées à angle droit. Ce point étant trouvé, on cherchera, selon les termes du problème III, la distance AM, puis la distance BM. Si ces deux distances sont égales, la ligne de l'équerre faisant 45° avec AM sera parallèle à AB. Si ces deux distances ne sont pas égales, on verra dans quel sens on devra faire mouvoir l'équerre pour arriver à ce résultat. On sera donc sûr de pouvoir trouver la parallèle A' B' à A B. Cette droite A' B' étant jalonnée, on lui mènera par le point D la perpendiculaire DC, puis par le point C la parallèle NP, selon les termes du problème II.

Problème V. — Mesurer la distance de deux points inaccessibles.

Soient A et B (fig. 220) les deux points dont il s'agit de mesurer la distance et dont on ne peut pas approcher. On leur mène, selon la méthode du problème IV, la parallèle A' B'. Ensuite, d'après la méthode du problème I, on

élève à A′ B′ les perpendiculaires CA et DB. La mesure de la longueur CD est la distance cherchée.

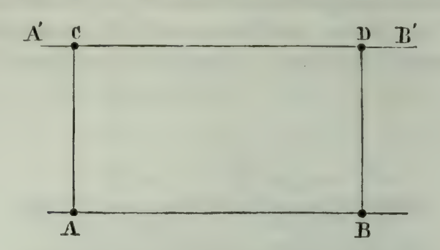


Fig. 220. — Mesure de la distance de deux points inaccessibles.

Problème VI. — Prolonger une droite au delà d'un obstacle infranchissable.

Ayant jalonné la droite AB (fig. 221), on lui élève la

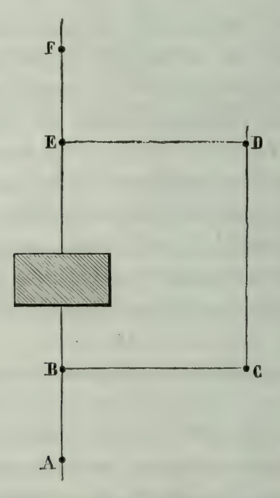


Fig. 221. — Prolongement d'une droite au delà d'un obstacle infranchissable.

perpendiculaire BC. Par le point C (Problème I), on élève à BC la perpendiculaire CD, et par le point D on mène enfin à CD la nouvelle perpendiculaire DE, sur laquelle on porte DE égale à CB. La perpendiculaire EF à DE est le prolongement cherché de AB au delà de l'obstacle que montre la figure; obstacle tel qu'un bois, une maison, une éminence, qui empêche de voir directement AB quand on est du côté EF.

Problème VII. — Partager un champ en planches parallèles à une direction donnée.

Soit à partager en planches parallèles équidistantes le champ *a b c d* (fig. 222). On commence par mener par le

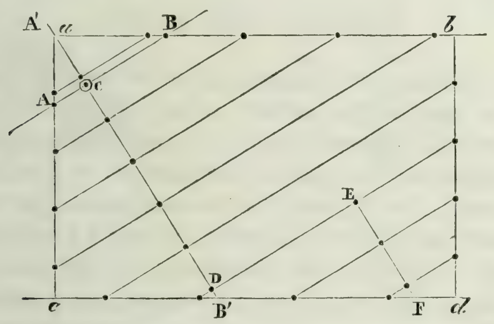


Fig. 222. — Partage d'un champ en plusieurs parallèles à une direction donnée.

point C la perpendiculaire A′ B′ à la direction AB que doivent avoir les planches. Partant de A′, on porte avec la chaîne sur A′B′ des longeurs égales à la largeur que doivent avoir les planches, et par les points ainsi obtenus on mène à A′ B′ des perpendiculaires. On continue de la même manière jusqu'au point D, au delà duquel D B′ est plus petit que la largeur des planches. Pour achever, on élève à DE une perpendiculaire EF, sur laquelle on opère comme on

a fait sur A′ B′. On parvient ainsi à partager toute la pièce *a b d c* en planches d'égale largeur.

Ces sept problèmes suffisent aux agriculteurs pour les cas les plus compliqués que peut présenter le levé d'un plan de drainage.

Quel que soit le but qu'on se propose, il faut qu'on tienne un carnet bien en ordre, donnant les numéros des stations, la désignation exacte des côtés mesurés et leurs longueurs en regard. Un croquis doit en outre figurer toutes les lignes jalonnées.

CHAPITRE IV

Nivellement des terrains à drainer

Il est extrêmement important pour les travaux de drainage de connaître les hauteurs respectives, par rapport à l'horizon, des différents points du terrain, de déterminer les dépressions, les parties culminantes et les parties les plus basses. C'est d'après les notions obtenues par le nivellement qu'on peut seulement rédiger les projets de drainage. Pour faire un nivellement, il faut avoir une ligne droite horizontale bien déterminée, qui s'obtient à l'aide d'instruments nommés niveaux. Sur la ligne droite obtenue, on porte une mire graduée, c'est-à-dire une règle en bois de deux mètres de hauteur, présentant une coulisse, dans laquelle rentre une seconde règle de même longueur. Ces deux règles sont divisées en mètres, décimètres et centimètres.

Il y a deux sortes de mires : la mire ordinaire et la mire parlante. La mire ordinaire s'emploie surtout avec le niveau d'eau ; la mire parlante ne peut servir qu'avec les niveaux à lunettes.

Dans la mire ordinaire, un voyant glisse à frottement le long de la règle. Ce voyant (fig. 223), composé d'un rectangle partagé en quatre parties égales par deux droites, l'une verticale et l'autre horizontale, présente deux petits rectangles opposés par le sommet peints en rouge et deux autres rectangles peints en blanc. De cette façon le centre du voyant est bien apparent.

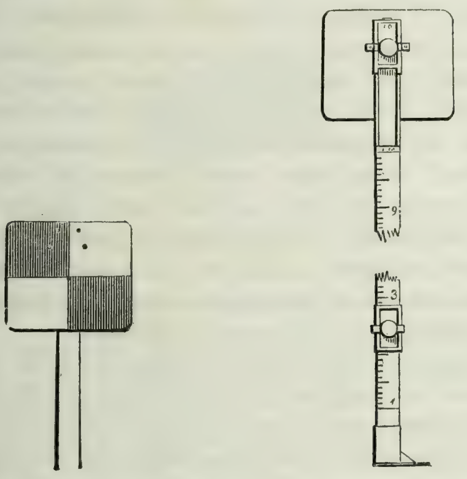


Fig. 223. — Voyant de la mire d'arpenteur.

Fig. 224. — Mire ordinaire à coulisse.

Le porte-mire fait glisser le voyant jusqu'a ce que le niveleur qui regarde sur le niveau fasse signe que le centre est arrivé sur la ligne de visée.

Le porte-mire arrête alors le voyant au moyen d'une vis de pression, et fait la lecture de la hauteur obtenue sur le dos de la mire.

Le voyant est armé d'un vernier qui permet d'évaluer les millimètres.

Dans le cas d'une hauteur plus grande que celle de

l'homme, le porte mire attache le voyant au haut de la mire et fait glisser la règle interne dans la coulisse au moyen d'une embrasse qui porte aussi une petite échelle, comme on le voit dans la figure 224. La mire est alors déployée. Une bonne mire à coulisse coûte 30 fr. environ.

Les mires parlantes se composent aussi de deux règles dont l'une glisse dans l'autre ; ces règles sont également graduées en mètres, décimètres et centimètres, mais il n'y a pas de voyant, et elles sont beaucoup plus faibles que celles de la mire ordinaire. Aussi la mire parlante coûte-t-elle moitié moins cher que la mire ordinaire. Le niveleur fait lui-même la lecture, en regardant à travers la lunette. Comme cette lunette renverse les objets, les chiffres sont peints renversés, de façon à paraître droits pour l'observateur. On a l'avantage de pouvoir employer un simple manœuvre comme porte-mire, puisqu'il n'a qu'à poser la mire sur un terrain bien ferme, et à la tenir verticale sans être astreint à aucune lecture.

Le nivellement est simple ou composé. Il est simple lorsqu'on n'a pour but que de trouver la différence de hauteur existant entre deux ou plusieurs points, lorsqu'on n'a pas à faire faire plus d'une station au niveau ; il est composé si le niveau doit être porté en plusieurs stations.

Pour un nivellement simple, on place le niveau en A (fig. 225), à peu près à égale distance des deux points B et C,

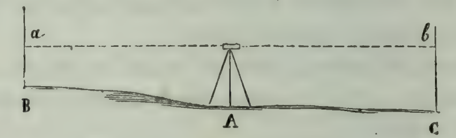


Fig. 225. — Nivellement simple.

dont on veut trouver les différences de hauteur. La mire étant en B, on fait la lecture de la hauteur B*a* au niveau

du rayon visuel, et le porte-mire se transporte en C, où l'on fait la seconde lecture de la hauteur C*b* du rayon visuel du même instrument au-dessus du sol. La différence cherchée est C*b*—B*a*.

Quand il y a des bâtiments ou autres objets entre les deux points à niveler, de telle sorte qu'on ne puisse pas mettre le niveau à peu près entre les deux points, on le porte sur le côté, en un point A (fig. 226), d'où l'on

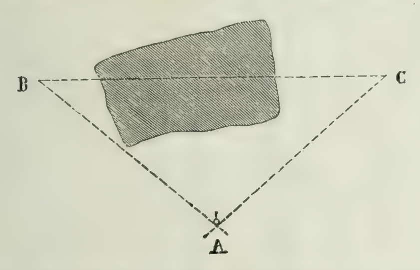


Fig. 226. — Nivellement de deux points séparés par un obstacle.

puisse apercevoir à la fois les deux points B et C, et on donne ensuite de la station deux coups de niveau dont la différence fournit la quantité cherchée.

Pour effectuer un nivellement composé, on partage la longueur à niveler en portions de 30 à 40 mètres, dans le cas de l'emploi du niveau d'eau, de 100 à 150 mètres si on fait usage d'un niveau à lunette. On marque les stations ainsi faites par de petits pieux enfoncés dans le sol aux points de nivellement 1, 2, 3, 4, 5, 6 (fig. 227). On place alors le niveau à peu près au milieu, entre les points 1 et 2, ce qui est la première station. Le porte-mire tient la mire au point d'*arrière* 1 ; on ajuste le niveau et on fait la lecture. Le porte-mire se transporte au point 2, et on donne un coup de niveau *à l'avant.* On transporte le niveau à peu près au milieu, entre le 2ᵉ et le 3ᵉ point, ce

qui est la deuxième station ; le 2e point devient le point d'arrière, et le 3e celui d'avant. On continue à faire les lectures de la même façon jusqu'à la fin de la distance totale. Il est bon de faire chaque fois deux lectures et de prendre la moyenne des deux observations.

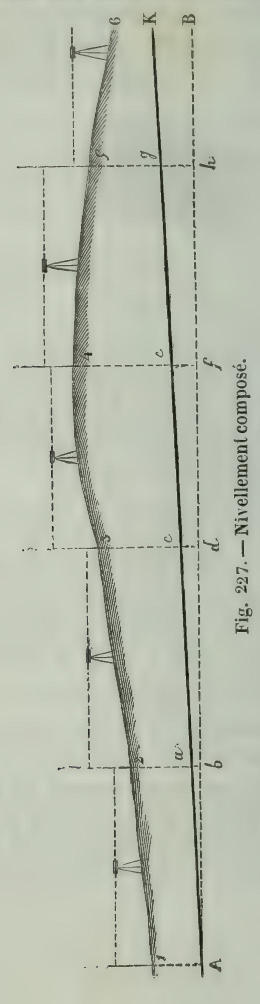


Fig. 227. — Nivellement composé.

Les observations devront être portées dans un carnet dont nous donnons le modèle ci-dessous.

NUMÉROS des stations.	LONGUEURS horizontales comprises entre les points successifs de nivellement.	NUMÉROS d'ordre et désignation des points de nivellement.	COTES RAPPORTÉES AUX PLANS PARTIELS DE NIVELLEMENT.				COTES rapportées au plan général.	COTES des plans partiels de nivellement rapportées au plan général.	CROQUIS PRIS SUR PLACE ET OBSERVATIONS.
			COTES AVANT.		COTES ARRIÈRE.				
			Cotes directement observées.	Moyennes.	Cotes directement observées.	Moyennes.			
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
		1.			1^{m}.561 1 .570	1^{m}.565	10^{m}.000		
1	100^{m}.							11^{m}.565	
		2.	0^{m}.880 0 .884	0^{m}.882	1 .644 1 .650	1 .647	10 .683		
2.	150							12 .330	
		3.	0 .746 0 .740	0 .743	1 .886 1 .888	1 .887	11 .587		
3.	80							13 .474	
		4.	0 .906 0 .900	0 .903	1 .112 1 .116	1 .114	12 .571		
4.	80							13 .685	
		5.	1 .980 1 .998	1 .984	0 .780 0 .788	0 .786	11 .701		
5.	70							12 .485	
		6.	1 .908 1 .906	1 907			10 .578		

Les désignations des têtes des colonnes s'expliquent d'elles-mêmes. La première colonne indique les endroits où on pose successivement le niveau. La seconde colonne donne les distances entre les points à niveler, et la troisième les numéros d'ordre de ces points. Les coups de niveau d'avant et les coups de niveau d'arrière viennent ensuite dans les colonnes 4 et 6, et nous avons mis ici à peu près les chiffres qu'eût fournis le nivellement réel du terrain de la figure 227.

Pour avoir les cotes numériquement, on imagine, à une profondeur de 10 mètres, ou plus grande s'il le faut, au-dessous du premier point n° 1, un plan horizontal AB. Alors les nombres de la colonne 8 indiquent les hauteurs A1, *b*2, *d*3, *f*4, *h*5, B6 de la figure, et les nombres de la colonne 9 les hauteurs au-dessus du plan fictif AB des rayons visuels menés successivement par les cinq stations du niveau. Les calculs s'effectuent facilement de la manière suivante :

Hauteur du point 1. .... $10^{m}.000$
Hauteur du 1er plan visuel $= 10^{m}. + 1.565 = 11.565$
Hauteur du point $2 = 11.565 - 0.882 = 10^{m}.683$
Hauteur du 2e plan visuel $= 10.683 + 1.647 = 12.330$
Hauteur du point $3 = 12.330 - 0.743 = 11^{m}.587$
etc., etc.

Dans la dernière colonne n° 10, on doit faire sur le terrain un croquis de l'opération, et mettre toutes les observations nécessaires pour ajouter à sa clarté, en désignant les accidents de terrain, les arbres, les noms des champs, etc.

D'après l'exemple que nous avons choisi, on voit que la différence de niveau entre les points 1 et 6 est de $0^{m}.578$, pour une distance totale de 480 mètres, ce qui ne fait par mètre que $0^{m}.0012$, chiffre un peu faible pour un bon drai-

nage; mais on peut mener une ligne A *a c e g* K faisant un angle suffisant pour que l'inclinaison soit par exemple de $0^{m}.002$ par mètre, et alors on calcule facilement les hauteurs *ba, dc, fe,* etc., et par suite les quantités dont il faut creuser aux points de nivellement 1, 2, 3, etc., pour avoir une tranchée de drainage parallèle à la ligne de pente adoptée.

Il nous reste à décrire les différents niveaux dont nous conseillons l'emploi pour les nivellements préparatoires ou pour la vérification des pentes des tranchées; ce sera le sujet des chapitres suivants.

CHAPITRE V

Des niveaux de nivellement

Nous entendons par niveaux de nivellement ceux qui sont destinés à fournir les différences de niveau de différents points, et qui sont employés pour donner le nivellement préalable d'un terrain à drainer, selon les méthodes que nous avons précédemment décrites. Ces instruments sont de deux sortes : ou les niveaux d'eau, ou les niveaux à bulle d'air, soit avec pinnules, soit avec lunette.

Les niveaux de pente sont destinés à indiquer quelle est l'inclinaison que fait par rapport à l'horizon une direction qui va d'un point à un autre. La plupart de ces niveaux de pente peuvent servir également pour les nivellements. Nous les décrirons après les premiers.

Les niveaux d'eau sont les niveaux les plus communément employés; ils ne donnent pas une aussi grande précision que les niveaux à bulle d'air et à lunette, mais ils coûtent meilleur marché, et ils peuvent être mis entre les mains d'agents moins soigneux et moins instruits que ceux à qui les autres niveaux peuvent seuls être confiés.

§ 1. — *Niveau d'eau.*

Le meilleur niveau d'eau que nous connaissions est représenté par la figure 228. Il se compose d'un tube en

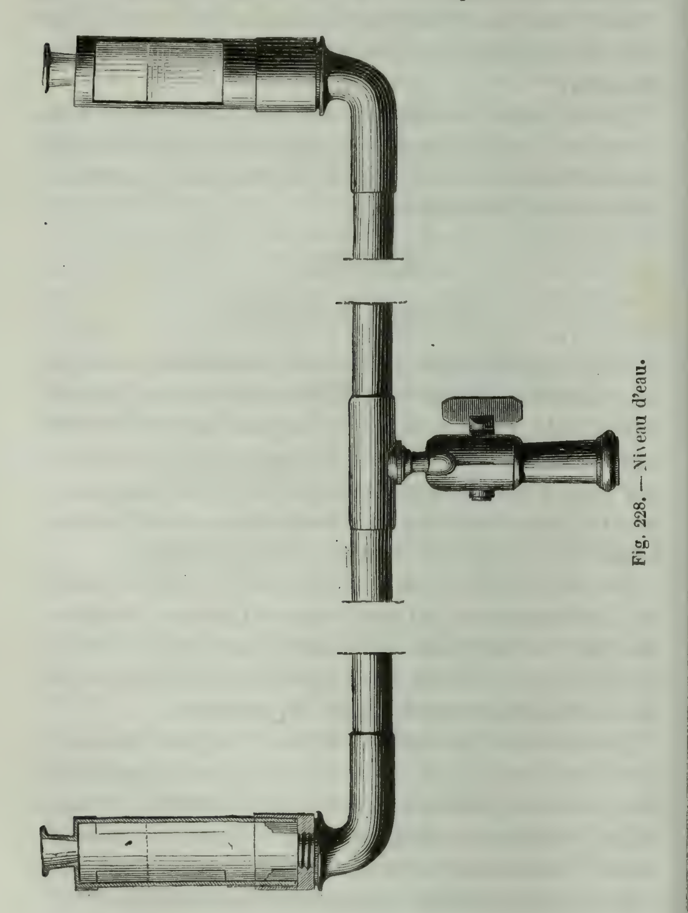


Fig. 228. — Niveau d'eau.

cuivre, terminé, à ses extrémités recourbées, par des pas de vis sur lesquels s'adaptent des fioles en cristal garnies de viroles taraudées. Le tube en cuivre est porté au milieu de sa longueur par un genou à coquille que l'on place sur un pied à trois branches. Pour transporter l'instrument, on dévisse les fioles et on les renferme dans une boîte, tandis qu'on attache le tube en cuivre, à l'aide de deux courroies, le long du pied en bois, dont les trois branches sont alors rapprochées. Un niveau ainsi disposé avec son pied coûte de 25 à 30 francs. On se procure au prix de 6 à 7 francs des niveaux de fer-blanc avec fioles mastiquées en verre ; mais ces instruments sont fragiles et d'un assez mauvais usage.

« Pour se servir du niveau d'eau, dit M. Mangon dans un bon article sur le nivellement, inséré dans le *Dictionnaire des Arts et Manufactures*, on l'installe sur son pied et on le remplit d'eau, de manière que ce liquide arrive à peu près au milieu de la hauteur de chacune des fioles. Pour viser avec exactitude, on se met à un mètre environ en arrière de l'instrument, et on fait placer la mire de manière qu'on aperçoive son centre en bornoyant tangentiellement aux fioles les bords des ménisques formés par l'eau qui sont dans un même plan horizontal. Pour rendre ces ménisques plus apparents, quelques opérateurs colorent l'eau avec du carmin ou de l'indigo. Il vaut mieux employer de l'eau pure et lui donner un reflet noirâtre au moyen d'obturateurs de fer-blanc placés le long des fioles, comme l'indique la figure.

« Pour changer de station, on bouche avec le pouce l'une des fioles et on enlève l'instrument en relevant l'autre fiole pour que l'eau ne s'écoule pas. On adapte à quelques niveaux des robinets ou des bouchons de liége pour changer de station. Cette méthode est très-mauvaise, parce

que l'on peut oublier d'ouvrir le robinet ou d'enlever le bouchon avant d'opérer, et alors la ligne de visée n'est plus horizontale. Dans les grands vents, l'eau prend dans le niveau d'eau un mouvement d'oscillation qui rend l'opération incertaine et quelquefois impossible. On peut diminuer l'action du vent en plaçant sur les goulots des fioles des pièces de monnaie ou bien de petits cornets en papier qui ne les bouchent pas complétement, mais qui amortissent la force du vent. Un moyen plus simple et plus parfait consiste à relier par un tube en caoutchouc les deux orifices des fioles. Il est évident que l'on ne change pas ainsi les conditions hydrostatiques de l'instrument, et que l'on s'oppose à l'action du vent. En même temps, cette disposition rend inutiles toutes les précautions que l'on doit prendre avec les niveaux ordinaires, pour changer de station sans répandre d'eau. »

§ 2. — *Niveau à bulle d'air.*

Le niveau à bulle d'air (fig. 229) est un des éléments

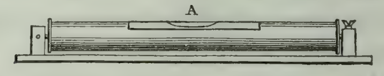


Fig. 229. — Niveau à bulle d'air.

essentiels des autres niveaux que nous décrirons ci-après. Il se compose d'un tube de verre de forme à peu près cylindrique, fermé hermétiquement à ses deux bouts, et presque entièrement rempli d'un liquide, de sorte qu'il n'y reste qu'une simple bulle d'air. Le liquide employé est ou l'alcool ou l'éther, ou un mélange de ces deux corps, ou enfin du sulfure de carbone. Le tube a une légère courbure en A dans le sens de sa longueur. Cette courbure, d'un

rayon d'environ 15 mètres, est obtenue par un léger rodage. C'est là que se loge la bulle d'air lorsque le tube indique l'horizontalité. Pour cela on le renferme dans un tuyau de cuivre qui laisse voir les mouvements de la bulle et qui repose sur une règle de cuivre dont la face inférieure doit être horizontale lorsque la bulle s'arrête au milieu du tube. Des traits tracés sur le verre ou deux petites brides en métal limitent les points où doit s'arrêter la bulle lorsqu'elle indique une ligne horizontale.

Le niveau à bulle d'air, isolé, de 16 centimètres de longueur, coûte de 5 à 6 francs.

§ 3. — *Niveau à bulle d'air et à pinnules.*

Le niveau à bulle d'air donnant une ligne dont il est facile de connaître l'horizontalité, on conçoit que, si on le place (fig. 230) sur une alidade montée sur un pied, on pourra avoir facilement une ligne de visée horizontale. En

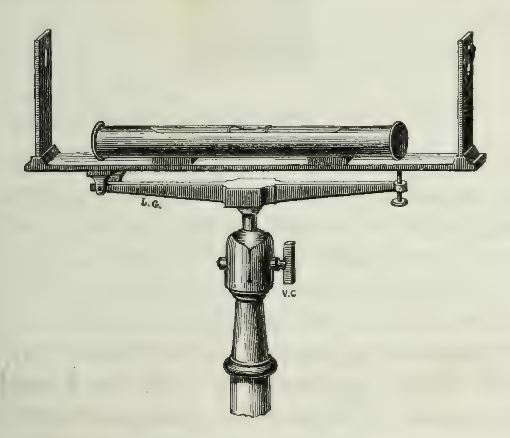


Fig. 230. -- Niveau à bulle d'air et à pinnules.

effet, il suffira que deux fenêtres portant des fils croisés, et nommés pinnules, se trouvent en face l'une de l'autre sur une ligne parallèle au plan d'appui du niveau sur l'alidade. Si on centre la bulle au moyen de la vis placée sous l'alidade, après avoir dirigé celle-ci vers la mire, les deux pinnules marqueront une ligne horizontale. Pour tracer cette ligne avec certitude, on arme les pinnules de viseurs percés d'un petit trou (fig. 231). On lève ce

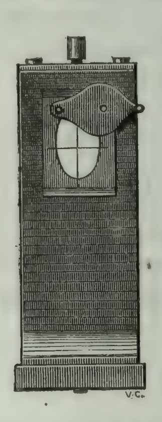


Fig. 231. — Vue d'une pinnule à fils croisés et à viseur.

viseur du côté de la mire, afin que la fenêtre de la pinnule reste ouverte en entier; on abaisse, au contraire, le viseur du côté où on applique l'œil. La droite qui joint le trou du viseur abaissé au point du croisement des fils de l'autre pinnule est l'horizontale cherchée.

L'alidade de cet instrument peut successivement être dirigée sur tous les points d'un même horizon, ce qui permet de relever rapidement un assez grand nombre de points, pourvu qu'ils ne soient pas distants de la station du niveau de plus de 60 mètres.

Le prix d'un bon niveau à bulle d'air et à pinnules est de 40 à 50 francs.

§ 4. — *Lunette des niveaux.*

Les lignes de niveau sont obtenues, dans beaucoup d'instruments, à l'aide de lunettes dont la figure 232

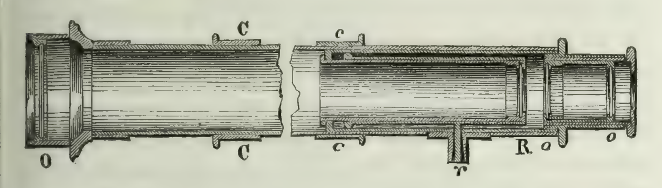


Fig. 232. — Détails de la lunette des niveaux.

donne une idée. Cette lunette se compose d'un objectif O et d'un oculaire souvent formé de deux lentilles *oo*. En avant de cet oculaire se trouve un réticule R composé de deux fils en croix tendus dans un diaphragme perpendiculaire à la longueur de la lunette. L'oculaire avance ou recule dans un tube à tirage, de manière à ce que l'observateur puisse distinguer nettement le centre du réticule. A son tour, le réticule désormais placé, tant que l'observateur ne change pas, à une distance invariable de l'oculaire, est contenu dans un second tube à tirage C*c*, qu'on fait mouvoir de manière à ce que l'image de la mire coïncide avec les fils croisés. Chaque fois que la distance de la mire à l'objectif vient à changer, il faut faire glisser ce second tube à tirage. L'oculaire grossit l'image donnée par l'objectif, et permet de faire la lecture des divisions de la mire. Les lunettes renversent les images, et il faut une habitude, qu'on acquiert du reste facilement,

pour retourner les chiffres. Dans quelques mires parlantes, pour éviter cet inconvénient, les chiffres sont gravés ou imprimés renversés, de manière à être vus droits dans les lunettes. Pour éviter des confusions, on remplace quelquefois par un N le chiffre 9, qui pourrait être pris dans les renversements pour un 6, et par un V le chiffre 5, trop peu différent du chiffre 3.

Pour que les lunettes donnent de bonnes indications, il faut que leur axe optique coïncide avec leur axe de figure. On obtient cette coïncidence par une opération qu'on appelle le centrage de la lunette. On place une mire à une grande distance, on vise un point, et on fait faire une demi-révolution à la lunette sur son axe autour de ses collets, pour voir si le point de visée est encore au point de croisement des fils. Dans le cas où cette condition n'est pas remplie, on fait mouvoir des vis *r* qui règlent la position du réticule, et permettent de le faire marcher à droite ou à gauche, en haut ou en bas.

Quelques lunettes contiennent des verres achromatiques, de façon à éviter l'inconvénient des images à bords colorés.

Les niveaux à lunette présentent l'avantage d'avoir une portée qui peut aller à plusieurs centaines de mètres.

§ 5. — *Niveau d'Égault.*

Voici la description que donne du niveau d'Égault, représenté par les figures 233 et 234, le cours professé à l'École des Ponts et Chaussées par M. Bommart. « Le niveau se compose de deux tablettes circulaires AA, BB. La première de ces tablettes AA est établie à angle droit, au moyen d'une douille, sur le goujon d'un pied à trois doubles branches. La seconde BB, dont le centre est placé à 1 centimètre et demi environ au-dessus de la première, est

rattachée à celle-ci par une noix hémisphérique située à l'extrémité d'une vis qui traverse la tablette inférieure, ainsi que cela s'aperçoit distinctement par la coupe à échelle agrandie que représente la figure 233. La noix hé-

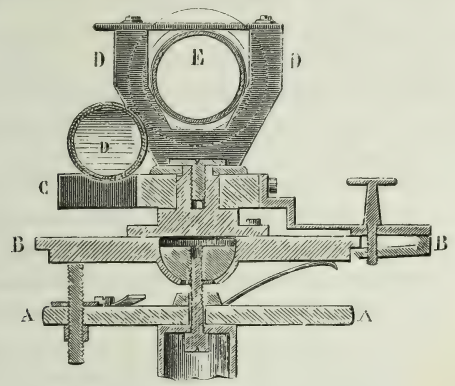


Fig. 233. — Coupe du niveau d'Égault.

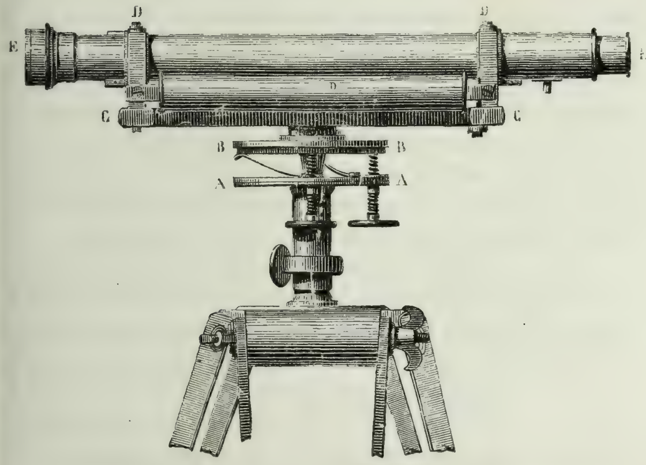


Fig. 234. — Vue de profil du niveau d'Égault.

misphérique, dont la surface convexe est tournée vers le bas, est engagée, sur tout le développement de cette surface, dans une cavité correspondante du plateau supérieur, qui conserve ainsi la liberté de tourner à frottement autour du centre de la noix. L'écartement entre les deux tablettes et la position relative de leurs plans sont modifiés au moyen de deux vis et de deux ressorts. D'après ces dispositions, le goujon du pied fût-il sensiblement éloigné de la position verticale, rien n'empêche que le plateau supérieur BB ne soit rendu horizontal.

« Du centre de ce plateau supérieur s'élève à angle droit un axe d'une épaisseur presque égale à sa hauteur, autour duquel peut pivoter un petit bâtis C, d'une longueur d'environ 25 centimètres, et dont le plan supérieur est parallèle au plateau BB. Aux deux bouts de ce bâtis s'élèvent à angle droit deux collets parallèles entre eux, supportant les extrémités cylindriques et de même rayon d'une lunette EE. Latéralement et parallèlement à l'axe de la lunette est fixé un niveau à bulle d'air D.

« Lorsque l'instrument a été réglé à l'avance, l'axe de la lunette, le plan du niveau à bulle d'air et le plateau supérieur doivent se trouver dans des plans parallèles, et tous ces plans parallèles suivent les mouvements que l'on imprime au plateau supérieur. Il suffit donc, si l'instrument est réglé, de rendre le plateau supérieur horizontal pour déterminer l'horizontalité de l'axe de la lunette.

« Afin de rendre le plateau supérieur horizontal, on se sert des deux vis et des deux ressorts interposés entre les plateaux supérieur et inférieur, et qui sont remplacés par trois vis dans quelques instruments moins parfaits. Les deux vis sont placées aux extrémités de deux rayons à angle droit l'un sur l'autre; les points où les ressorts soutiennent le plateau supérieur sont sur le prolongement des

rayons passant par les pointes des vis. D'après cette disposition, si on place d'abord l'axe de la lunette dans le plan vertical passant par un de ces rayons, rien n'est plus aisé, en manœuvrant la vis correspondante, que d'amener le plateau à une position telle que le milieu de la bulle d'air corresponde à son zéro de graduation. Dans cette position, la ligne passant par le pied de cette vis et l'extrémité supérieure du ressort correspondant sera horizontale. Si l'on fait la même opération relativement à l'autre rayon, et si l'on s'assure ensuite que, pendant cette seconde opération, qui n'a pu altérer en aucune façon les résultats de la première, aucune circonstance étrangère n'a dérangé l'instrument, on aura la certitude que le plateau supérieur sera horizontal, puisqu'il comprendra dans son plan deux droites horizontales perpendiculaires entre elles. »

On peut, comme on voit, arriver rapidement à placer l'instrument dans chaque station, de manière à y prendre les hauteurs relatives de tous les points visibles du lieu de cette station. Mais il se pourrait que l'instrument ne fût pas réglé; alors, pour le mettre en état, on devrait faire trois opérations distinctes : 1° établir le parallélisme entre le plan du niveau à bulle d'air et le plan du plateau supérieur; 2° établir le parallélisme entre le plan du niveau et les génératrices du cylindre passant par les points du montant des collets contenant la lunette; 3° cintrer la lunette. Ces trois opérations s'effectuent selon les termes d'une instruction que le fabricant donne en livrant l'intrument, dont l'inconvénient, pour les travaux agricoles d'irrigation et de drainage, est seulement d'être d'un prix trop élevé; il se vend, lorsqu'il est bien fait, de 175 à 200 fr.

§ 6. — *Niveau de Lenoir.*

Le niveau-cercle de Lenoir, avec un pied à trois bran-

ches doubles, ne coûte que de 120 à 130 fr.; il est très-souvent employé. Il consiste en un simple plan circulaire supérieur AA (fig. 235), que l'on rend horizontal au moyen

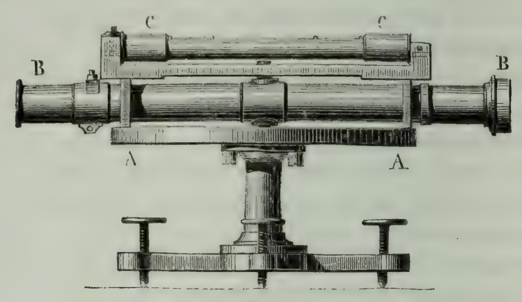


Fig. 235. — Niveau de Lenoir.

de trois vis calantes reposant sur un plateau en bois directement porté par un pied à trois branches. Sur le plan supérieur A A on pose deux corps carrés au centre desquels est invariablement établie la lunette BB; au-dessus se trouve le niveau à bulle d'air CC. Un goujon vertical passant par l'axe de la lunette s'engage, à égale distance des deux corps carrés, dans un trou cylindrique percé au centre du cercle, de telle sorte qu'on peut amener la lunette dans tous les plans verticaux du lieu, ou, pour parler le langage technique, dans tous les azimuts, en la faisant tourner autour de ce goujon.

Cet instrument ne comporte pas les mêmes moyens de correction que le précédent, et, dans le cas où les deux corps carrés ne seraient pas absolument de même hauteur, les indications obtenues manqueraient souvent d'exactitude.

§ 7. — *Niveau de drainage anglais.*

En Angleterre, où le drainage est reconnu sans contes-

tation constituer une opération agricole à laquelle tout propriétaire, tout fermier, tout régisseur d'une exploitation rurale doit s'intéresser, on s'est préoccupé de la nécessité d'avoir un bon niveau de drainage, tenant peu de place, peu sujet à se déranger, d'un prix modéré, et en même temps assurant une grande exactitude aux opérations de nivellement. Dans les concours des sociétés d'agriculture

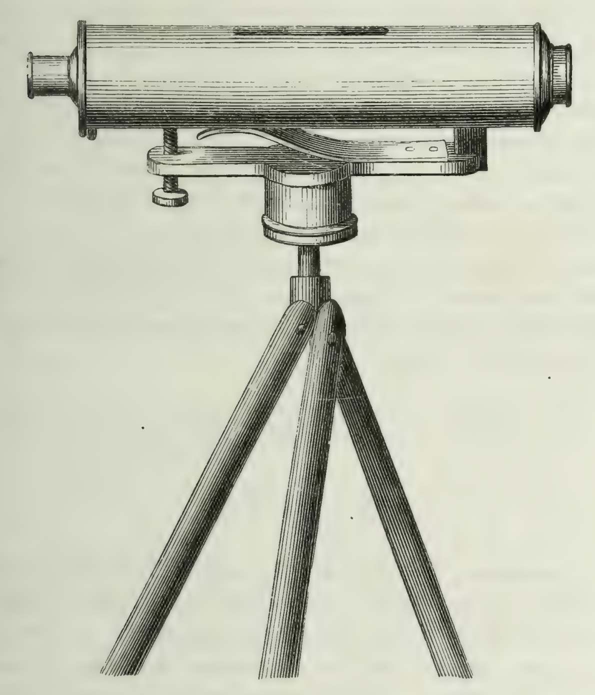


Fig. 236. — Niveau de drainage anglais.

de la Grande-Bretagne, on voit en conséquence figurer un

prix pour le meilleur niveau de drainage exposé. Parmi ces instruments nous en décrirons deux : l'un, en ce moment, pour les simples nivellements; l'autre, dans le chapitre suivant, en parlant des niveaux de pente.

La figure 236 représente un niveau fortement recommandé dans les Mémoires de la Société royale d'Agriculture d'Angleterre (1), et dont le prix avec la boîte et le pied est à Londres de 80 fr. Il se compose d'une lunette dans le tube de laquelle se trouve logé un niveau à bulle d'air. La lunette repose, d'un côté par une charnière, et, de l'autre, par une vis aidée d'un ressort, sur une barre qui peut tourner en son milieu sur une boîte dans laquelle s'enfonce le pied à trois branches qui supporte le niveau. A l'aide de la vis, on amène le niveau à être horizontal dans deux directions rectangulaires; on peut alors s'en servir pour relever les différences de hauteur de tous les points visibles. On peut, en outre, chaque fois, vérifier l'horizontalité de la lunette, et la rétablir en tournant un peu la vis dans un sens ou dans l'autre.

CHAPITRE VI

Des niveaux de pente

Les niveaux de pente, appelés aussi *clisimètres,* contrairement aux niveaux de nivellement décrits dans le chapitre précédent, qui ne donnent que des lignes de visée rigoureusement horizontales, fournissent des lignes de visée faisant avec l'horizon telle inclinaison qu'on veut obtenir ou qu'il s'agit de déterminer.

(1) T. X, p. 166 (1839).

1. — *Des diverses pentes rencontrées dans la nature.*

Les niveaux de pente ont pour but d'indiquer, non pas directement la différence de niveau de deux points d'un terrain, mais l'inclinaison que fait avec l'horizon la droite passant par ces deux points. On mesure cette inclinaison par la différence de niveau de deux points de cette droite distants dans le sens de la pente d'une longueur égale à 1 mètre. Cette différence de niveau est ce qu'on appelle en trigonométrie le sinus de l'angle d'inclinaison, de telle sorte que, quand on dit qu'une ligne est inclinée, par exemple, de 3 millimètres par mètre, on pourrait savoir quel angle cette ligne fait avec l'horizon en cherchant dans les tables trigonométriques quel est l'angle qui a un sinus de 3 millimètres. Pour renseigner à cet égard les agriculteurs, nous plaçons ci-dessous une petite table qui indique les angles avec l'horizon qui correspondent à des pentes de 1 à 800 millimètres, c'est-à-dire embrassant toutes les inclinaisons qu'on peut rencontrer dans les champs.

Inclinaison par mètre.	Angle de la ligne de pente avec l'horizon.			Inclinaison par mètre.	Angle de la ligne de pente avec l'horizon.		
m.				m.			
0.001	0°	3′	26″	0.015	0°	51′	34″
0.002	0	6	52	0.016	0	55	0
0.003	0	10	18	0.017	0	58	31
0.004	0	13	45	0.018	1	1	53
0.005	0	17	10	0.019	1	5	19
0.006	0	20	37	0.020	1	8	46
0.007	0	24	3	0.021	1	12	13
0.008	0	27	30	0.022	1	15	38
0.009	0	30	56	0.023	1	19	4
0.010	0	34	23	0.024	1	22	31
0.011	0	37	48	0.025	1	25	57
0.012	0	41	15	0.026	1	29	24
0.013	0	44	41	0.027	1	32	50
0.014	0	48	8	0.028	1	36	15

Inclinaison par mètre.	Angle de la ligne de pente avec l'horizon.			Inclinaison par mètre.	Angle de la ligne de pente avec l'horizon.		
m.				m.			
0.029........	1°	39′	43″	0.100........	5°	44′	28″
0.0[illegible]0........	1	43	9	0.150........	8	37	37
0.0[illegible]5........	2	3	9	0.[illegible]00........	11	32	13
0.0[illegible]0........	2	17	33	0.250........	14	28	39
0.045........	2	34	45	0.300........	17	27	28
0.050........	2	51	58	0.350........	20	29	13
0.055........	3	9	11	0.400........	23	34	42
0.060........	3	26	24	0.450........	26	44	40
0.065........	3	43	36	0.500........	30	0	0
0.070........	4	0	50	0.550........	33	22	5
0.075........	4	18	5	0.600........	36	52	12
0.080........	4	35	19	0.650........	40	32	30
0.085........	4	52	34	0.700........	44	25	39
0.090........	5	9	49	0.750........	48	35	28
0.095........	5	27	5	0.800........	53	7	50

Pour que les agriculteurs se rendent un compte exact de la valeur des chiffres contenus dans cette table, nous empruntons les lignes suivantes à notre illustre maître et ami, François Arago (1) :

« Si l'on regarde le versant d'une montagne comme un plan qui joindrait la cime au pied, il est facile de déterminer son inclinaison par rapport à l'horizon. Cette inclinaison est l'angle plus ou moins aigu que fait le plan horizontal mené par le pied de la montagne avec le plan que nous venons de figurer. L'inclinaison du versant septentrional des Pyrénées n'est que de 3 à 4°; celle du versant méridional des grandes Alpes, mesurée vers les plaines de la Lombardie ou du Piémont, n'est que de 3° 3/4. Ce résultat n'empêche pas qu'on ait besoin, même en suivant la crête d'un rameau, de franchir des pentes beaucoup plus roides. Une pente de 7 à 8° est déjà forte : c'est presque le maximum pour les voitures. En France,

(1) *Astronomie populaire*, t. III, p. 62.

d'après les règlements, les grandes routes n'ont jamais plus de 4° 46′ de pente. Une pente de 15° peut à peine être franchie par les bêtes de somme chargées ; l'homme ne peut pas gravir une pente de 35° si le sol est un roc ou un gazon trop serré pour qu'on puisse y entailler des gradins. La pente de 42° est la plus inclinée qu'on puisse gravir à pied dans un terrain sablonneux ou couvert de cendres volcaniques ; une pente de 45° est impraticable, même avec des gradins.

« Bouguer (*Figure de la Terre*, p. 109) dit qu'il est impossible d'escalader une montagne dont les flancs font avec l'horizon un angle de 35 ou 36°, à moins qu'on ne se saisisse aux herbes ou aux arbustes, ou que les rochers dont la montagne est composée ne forment des espèces de marches. De son signal du Cotopaxi jusqu'au terme inférieur de la neige, la pente était tout aussi rapide ; mais, quand on la gravissait, les petites pierres ponces, dans la masse desquelles le pied pénétrait, servaient d'appui.

« Une ligne menée du sommet du Vésuve à sa base forme, avec l'horizon, un angle de 12° 41′ ; pour l'Etna, la pente moyenne est de 10° 13′ ; au pic de Ténériffe, on trouve une pente de 12° 29′. Les cônes des volcans ont une inclinaison moyenne de 33 à 40°. D'après de Humboldt, les parties les plus rapides des cônes du Vésuve, du pic de Teyde, de Pichincha, de Torullo, sont de 40 à 43°. »

Ces ingénieux rapprochements donneront, nous le pensons, au lecteur une idée plus exacte qu'on ne se la fait généralement de la valeur des pentes des terrains. Afin qu'on ait un autre élément d'appréciation sur les inclinainaisons des chutes d'eau, nous ajouterons les chiffres qui donnent les pentes moyennes de nos principaux fleuves

et rivières ; on sera sans doute étonné de voir avec quelles faibles pentes s'écoulent nos cours d'eau les plus impétueux.

Fleuves ou rivières.	Pentes moyennes par mètre. Mill.	Fleuves ou rivières.	Pentes moyennes par mètre. Mill.
Adour	5.85	Marne	0.74
Allier	2.92	Meuse	1.10
Dordogne	3.39	Moselle	2.15
Doubs	1.61	Rhin	0.66
Durance	3.25	Rhône	0.44
Escaut	0.84	Saône	0.46
Isère	0 43	Seine	0.59
Loire	1.32	Tarn	4.17

La pente moyenne par mètre s'obtient en divisant la différence de niveau entre le point de départ et le point d'arrivée par la longueur qui sépare ces deux points. On comprend que, si l'on mène une horizontale par le point le plus bas, qu'on vise ensuite le point le plus haut, et qu'on mesure enfin l'angle formé par les deux lignes, on puisse obtenir directement la pente moyenne. C'est cette mesure que donnent les niveaux de pente que nous allons décrire. Ces instruments servent aussi à reconnaître si une ligne est bien établie suivant la pente qu'on veut lui donner.

§ 2. — *Niveau de maçon.*

Le niveau de pente le plus simple est un grand niveau de maçon de 2 mètres de long (fig. 237), dont la base est armée à sa partie inférieure d'une latte clouée allant en s'amincissant à une extrémité, et ayant, par exemple, 6 millimètres d'épaisseur à son autre extrémité, si on veut avoir une pente de 0m.003 par mètre. Alors le fil à plomb tombera bien dans la position médiane de l'instrument si le terrain a la pente voulue et connue d'avance.

Ce instrument, extrêmement peu coûteux, est très-utile quand on doit vérifier une pente de place en place et la rectifier par le pic, la pioche ou la dame.

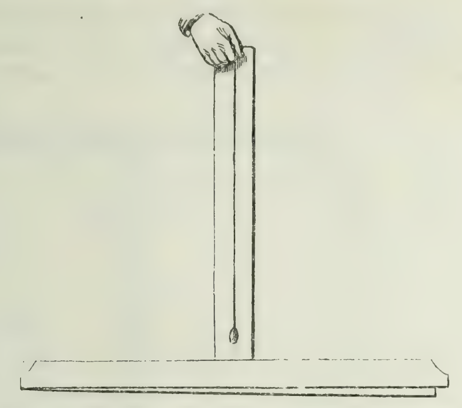


Fig. 237. — Niveau de maçon pour la vérification partielle des pentes.

§ 3. — *Niveau de pente de M. Lauret.*

Lors même qu'on borne la vérification des pentes à l'emploi des nivelettes et à celui d'un niveau de maçon, selon la méthode que nous décrirons en parlant de la vérification des tranchées, il faut encore déterminer les points de départ de chaque ligne de pente. On peut le faire à l'aide d'un simple niveau de terrassier (fig. 238), que nous avons vu employer par M. Lauret, à la Chapelle-Gauthier (Seine-et-Marne). Ce niveau, fait en sapin, se compose d'une base CD horizontale, de 2 mètres de long, sur laquelle s'élèvent deux montants verticaux AF et BE. Une traverse GA, mobile à charnière en A, porte un niveau à bulle d'air, et, à l'aide de la poignée G, on peut l'amener à affleurer les divers points d'une règle gra-

duée BK divisée en millimètres. Le zéro est placé de telle sorte que AG est alors parallèle à la base. Si on veut avoir une pente de 3 millimètres par mètre, on élève AG de 3 millimètres, et on doit travailler alors le terrain sur lequel on fait reposer la base CD de manière que le niveau à bulle d'air indique de nouveau l'horizontalité. On sera sûr alors que le terrain aura la pente voulue.

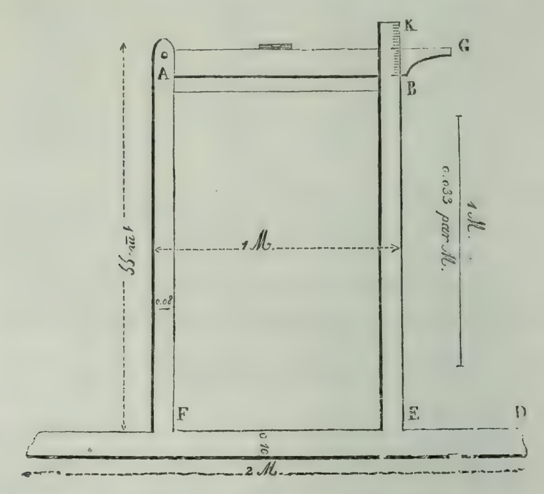


Fig. 238. — Niveau de pente de M. Lauret.

§ 4. — *Niveau de pente à fil à plomb et à alidades.*

En Angleterre, on préfère des instruments plus parfaits plus exacts, et pouvant s'appliquer à des opérations exécutées sur une grande échelle. On désire surtout pouvoir vérifier facilement une tranchée sur toute sa longueur, et même vérifier au besoin le nivellement du terrain, afin de reconnaître une erreur si, par hasard, il s'en était glissé

une dans le nivellement préalable qui a servi à rédiger le projet de drainage.

Pour vérifier toute une tranchée à la fois et en fixer l'inclinaison avant le travail, nous avons vu employer en Angleterre le niveau à fil à plomb et à alidades que représente la figure 239. Il consiste en une règle A A, de 1 mè-

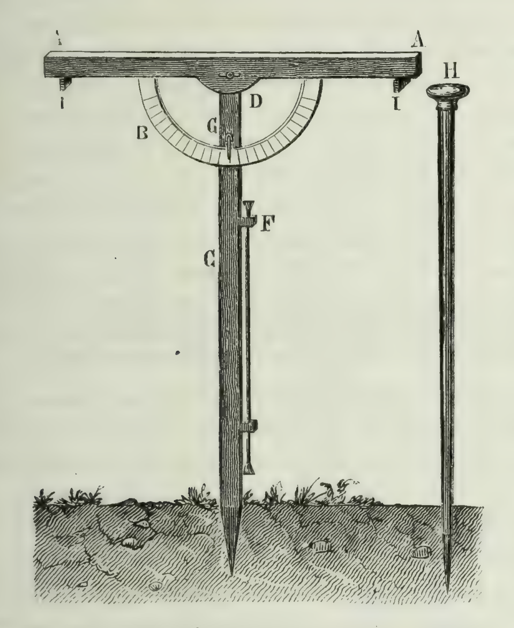


Fig. 239. — Niveau de pente à fil à plomb et à alidades.

tre environ, à laquelle est fixé un demi-cercle en cuivre B, portant une échelle dont les degrés sont calculés de manière à indiquer une pente d'un certain nombre de millimètres par mètre. Cette règle est fixée par le milieu au sommet d'un support C, de $1^{m}.25$ de haut, par une vis avec écrou à

aileron D qui lui sert d'axe, et permet de lui donner plus ou moins d'inclinaison. Lorsqu'on veut déterminer la pente et la direction d'une rigole, on plante le support dans le sol. On s'assure de sa verticalité au moyen du fil à plomb F. On abaisse ou on élève les extrémités de la règle AA jusqu'à ce que le degré du demi-cercle qui marque la pente qu'on veut obtenir soit arrivé vis-à-vis de l'index G. Alors on serre la vis, et la règle se trouve fixée dans l'inclinaison voulue. On enfonce ensuite, à l'autre extrémité de la rigole à faire, une canne H exactement de même hauteur que le support; on tourne la règle dans la direction de cette canne; on regarde par les alidades II, et on enfonce la canne H jusqu'à ce que l'œil en rencontre l'extrémité supérieure. Dans cette position, les deux extrémités inférieures du support et de la canne indiquent le point de départ pour mesurer la profondeur de la rigole à son origine et à son extrémité, en conservant la pente indiquée par l'échelle.

Lorsque le travail est commencé, on s'assure que les ouvriers suivent la pente par un moyen bien simple : on renverse l'instrument; on applique le bord supérieur de la règle dans le fond de la rigole. Si, d'une part, la règle fixée comme elle l'était dans la première opération, s'applique exactement au fond et dans la direction de la rigole; si, d'un autre côté, la tige du support est bien verticale, ce dont on s'assure au moyen du fil à plomb, la pente est exactement conservée.

§ 5. — *Niveau de Chézy.*

Nous avons en France, dans le niveau de pente de Chézy (fig. 240), un instrument parfaitement propre à indiquer et à vérifier l'inclinaison d'une tranchée sur toute

son étendue, lors même qu'elle ne serait pas rectiligne, et en même temps à donner toutes les différences de niveau du terrain. Peut-être seulement est-il d'un prix un peu élevé : il coûte 160 francs avec son pied. Mais, à cause des services nombreux qu'il peut rendre pour toutes les études de projets de travaux agricoles, on ne saurait trop le recommander aux agents chargés des chemins vicinaux ou aux arpenteurs et aux géomètres ruraux. Il peut servir, en effet : 1° à niveler par visées horizontales ; 2° à donner l'in-

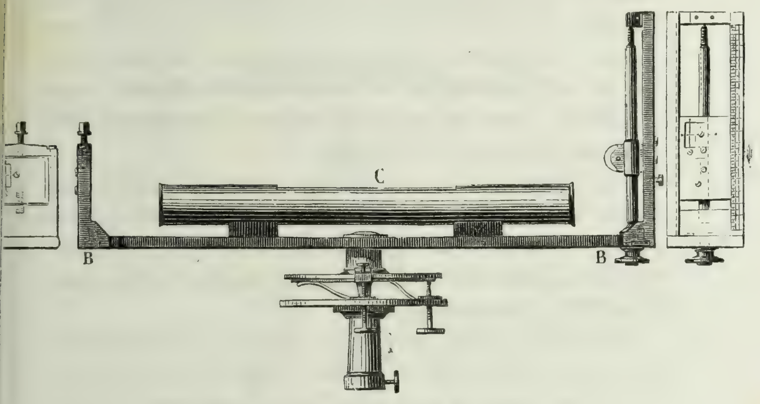


Fig. 240. — Niveau de pente de Chézy.

clinaison d'un terrain ; 3° à tracer sur le sol une ligne d'une déclivité déterminée ; 4° à mesurer les distances avec une approximation comparable à celle que peut fournir un chaînage direct. Pour ce dernier cas, on ajoute au niveau de Chézy un cercle gradué ou une boussole sous la règle. Il sert alors pour mesurer les angles, faire les nivellements et évaluer les distances. Un seul opérateur, accompagné d'un aide pour porter la mire, peut ainsi dresser très-rapidement un avant-projet complet, composé d'un plan, d'un nivellement et de profils en travers.

Le niveau de Chézy se compose d'une simple règle BB, montée, dans les instruments soignés, sur un pied semblable à celui des niveaux d'Égault, et garnie à ses extrémités de pinnules perpendiculaires à sa direction. Cette règle porte en son milieu un niveau à bulle ordinaire C. Les pinnules que l'on voit de face, en M et N, ne sont autre chose que des plaques de cuivre percées d'un trou très-fin et d'une fenêtre rectangulaire garnie d'un crin. On vise la mire en plaçant l'œil près de l'un des trous, et en regardant les fils en crin de la pinnule opposée. L'une des pinnules peut glisser dans un cadre N dont le bord est gradué de manière que la ligne de visée, dirigée par le trou de cette pinnule et le croisement des fils de l'autre pinnule M, fasse un angle donné avec l'horizontale indiquée par le niveau à bulle d'air.

La petite pinnule porte une vis qui permet de régler l'instrument, c'est-à-dire de le disposer de telle sorte que l'on puisse le retourner en ramenant la bulle entre ses repères sans que la ligne de visée (la pinnule mobile étant au zéro) cesse d'être horizontale.

Quand la pinnule mobile est au zéro de son échelle, l'instrument bien réglé donne une ligne de visée horizontale, et sert comme le niveau d'eau ou tout autre niveau. On construit même de petits niveaux à deux pinnules fixes qui sont d'un usage fort commode.

§ 6. — *Niveau de Thompson.*

En Angleterre, le niveau de pente aujourd'hui le plus recommandé pour le drainage est celui de Thompson (fig. 241), construit par Gardener, à Glasgow, et dont le prix avec pied est de 120 à 135 francs. Ce niveau a remporté le premier prix depuis 1853 aux Concours tenus par la Société

royale d'Agriculture d'Angleterre; il a eu le même succès au Concours agricole universel de Paris en 1856. On voit qu'il se compose d'un niveau à bulle d'air posé sur un trépied, et qu'on rend horizontal à l'aide des vis BB. Une lunette placée au-dessous s'appuie d'un côté sur une charnière C, autour de laquelle elle est mobile, et de l'autre côté sur une vis A, qui peut faire monter ou descendre la

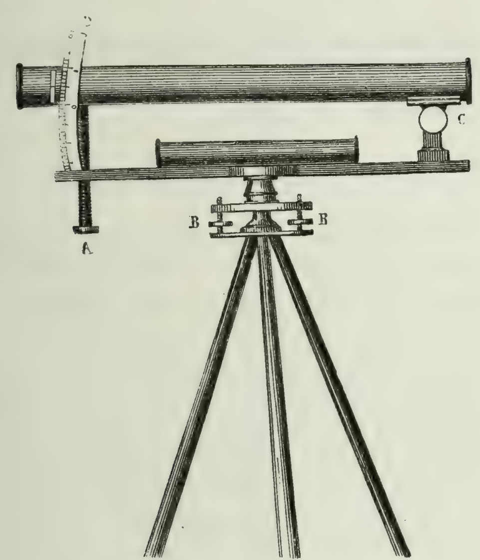


Fig. 241. — Niveau de pente de Thompson.

lunette le long d'un arc gradué D. Le zéro de la division est tellement placé que l'axe de la lunette est alors parallèle au niveau d'eau. En conséquence, si on fait mouvoir la vis A en même temps qu'on regarde à travers la lunette, quand le point d'entre-croisement des fils vient coïncider avec une mire, on lit de suite, sur l'arc gradué, la pente

de la ligne de visée avec l'horizon. Réciproquement, on amènera, avec une grande facilité, une mire à coïncider avec une ligne de visée dont on aura établi à l'avance la déclivité. Cet instrument, comme on voit, peut servir à vérifier très-rapidement les pentes de tranchées très-longues, sur toute leur longueur, lors même qu'elles ne seraient pas rectilignes, et à faire un nouveau nivellement d'épreuve du terrain.

Ce seul niveau peut dispenser de tous les niveaux de nivellement, et servir exclusivement pour toutes les opérations de drainage.

§ 7. — *Niveau de M. d'Huicque.*

Il n'est pas nécessaire, pour effectuer de bons nivellements, même avec une assez grande exactitude, de recourir à des instruments coûteux. Des personnes un peu ingénieuses, et qui ont une certaine connaissance des conditions du problème à résoudre, peuvent arriver à créer des moyens d'invention très-suffisants. Nous allons en citer un exemple en décrivant le niveau de pente que M. d'Huicque, à Survillers (Seine-et-Oise), a imaginé et a construit lui-même pour faire le drainage d'une partie des champs qu'il cultive dans le département de Seine-et-Oise. Nous nous souvenons toujours des paroles que nous a souvent répétées un physicien illustre; Gay-Lussac professait qu'avec quelques morceaux de verre, de bois, de cuivre et de fer, on pouvait arriver aux plus beaux résultats, aux découvertes les plus capitales, et que le luxe des instruments est un malheur, parce qu'il s'oppose aux progrès des sciences en empêchant un grand nombre de personnes de faire des expériences.

Ce niveau se compose de deux règles, A et B (fig. 242),

longues de 1 mètre chacune, portées à l'extrémité d'une canne C, garnie d'un bout ferré et pointu. L'une des règles doit rester horizontale, et l'autre doit prendre toutes les inclinaisons en dessus et en dessous de la ligne de visée de la première. La lecture des millimètres tracés sur de petites languettes qui sortent des extrémités des règles donne la

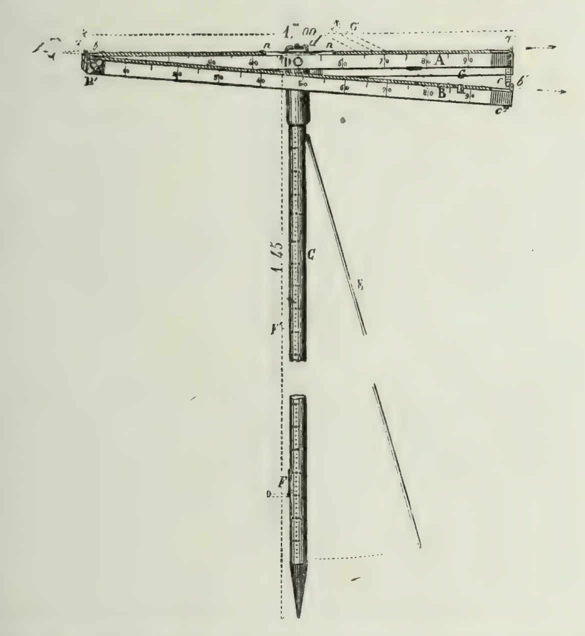


Fig. 242. — Niveau de M. d'Huicque, de Survillers, monté sur son pied.

valeur de chaque pente observée. Voici les dispositions employées pour appliquer ce principe très-simple.

La règle A, destinée à indiquer l'horizon, et munie à cet effet d'un niveau à bulle d'air *nn* monté dans son épaisseur, est fixée par le bouton D à l'extrémité de la

canne; un écrou *d* permet de serrer convenablement, lorsque le niveau indique la position horizontale. L'autre règle B est maintenue à l'extrémité de la règle A par un autre bouton à écrou B′, qu'on serre lorsqu'on est arrivé à la pente cherchée. Les divisions en millimètres sont tracées tant sur l'autre extrémité de la règle A que sur de pe-

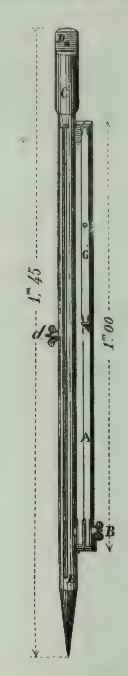


Fig. 243. — Niveau de M. d'Huicque, de Survillers, ajusté contre son pied.

tites languettes *c* et *c′* qui sortent de A ou de B. Des pinnules *a a′*, *b b′* rentrent également dans l'épaisseur des règles auxquelles elles appartiennent, lorsque les observations sont achevées.

Pour avoir une ligne de visée perpendiculaire ou oblique avec la première position du niveau, une règle G, garnie également de pinnules rentrantes G′, se trouve placée au-dessous de la règle A, et s'ouvre de manière à faire tous les angles possibles avec celle-ci. Une règle en fer E, mobile autour d'une charnière et rentrant dans l'épaisseur de la canne C, permet d'arpenter le terrain avec le niveau, en portant bout à bout l'espèce de compas, ouvert de 1 mètre, que l'on obtient de cette façon.

Un étrier F permet de loger les règles A et B le long de la canne ; on l'y assujettit en serrant le bouton D et son écrou *d* dans l'orifice F′. L'instrument, rendu ainsi tout à fait portatif, prend alors la forme commode que montre la figure 243. On comprend, du reste, que pendant les mesures on peut faire pivoter le niveau tout autour de l'horizon, en faisant tourner la canne qui sert de support.

§ 8. — *Niveau de M. Thomine.*

Dans le niveau précédent, il y a une cause d'inexactitude provenant du serrage des deux règles par un seul écrou ; il en résulte un glissement de l'une des règles sur l'autre, un dérangement qui s'oppose certainement à ce qu'on soit assuré d'obtenir la valeur cherchée à 1 ou 2 millimètres près. Il est vrai de dire que cette approximation suffit dans beaucoup d'opérations. Mais voici un autre niveau, construit également par un agriculteur, à qui il a été inspiré par les besoins de sa pratique ; ce niveau, dû à M. Thomine, est supérieur, au point de vue seul du drainage, à des niveaux très-perfectionnés et coûteux, tels que celui de Chézy (§ 5, p. 50).

Le niveau de M. Thomine se compose encore de deux règles à pinnules AA′, BB′ (fig. 244), longues de 1 mè-

tre. L'une de ces règles A A′, destinée à indiquer la direc-

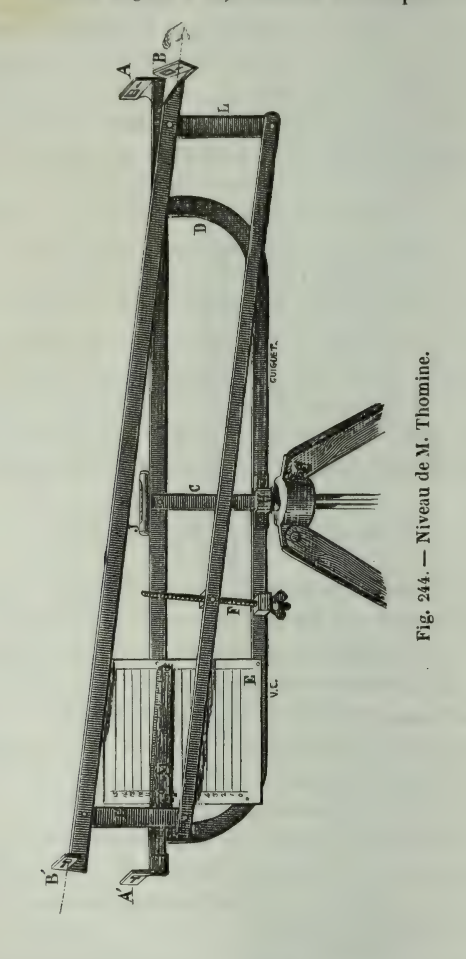


Fig. 244. — Niveau de M. Thomine.

tion horizontale, est munie d'un niveau à bulle d'air J;

elle est portée par un support vertical C et deux arcs D. Le support C est aplati dans le haut, et tourné en cône dans le bas pour pénétrer dans un pied à trois branches, de manière à pivoter tout autour de l'horizon; une gâche H le maintient, et permet de régler le niveau par deux vis latérales.

La règle horizontale A A′ porte en outre un retour d'équerre L aux deux extrémités duquel tournent à charnière, dans le plan vertical, les deux longs côtés d'un parallélogramme articulé BB′ L′L. Le côté L étant vertical et fixe sur la règle A A′, l'autre côté L′ devra nécessairement rester vertical dans les différentes positions du parallélogramme dont les deux longs côtés prendront diverses inclinaisons par rapport à l'horizon. Ces inclinaisons seront réglées par la vis F, qui fera monter ou descendre le parallélogramme, et par suite la ligne de visée BB′. Pendant ce mouvement, le côté L′ entraînera une aiguille M, longue de 1 décimètre, et divisée en 10 centimètres et 100 millimètres. Cette aiguille montera ou descendra le long des divisions de la plaque E, accolée à la règle horizontale; elle est placée de manière à couper diagonalement le rectangle formé par deux divisions successives de la plaque, lesquelles sont espacées de 1 centimètre. Il résulte de cette disposition que, les divisions de l'aiguille venant à passer successivement sur une des lignes de la plaque E, on lira le nombre de centimètres, de millimètres et de dix-millimètres constituant la valeur de la pente cherchée, ainsi obtenue avec une grande exactitude.

§ 9. — *De l'achat des instruments de nivellement.*

Le lecteur a sous les yeux tous les renseignements nécessaires pour faire son choix parmi les instruments d'arpen-

tage et de nivellement dont il peut avoir besoin dans le drainage; il ne nous reste qu'à lui dire où il peut se procurer ces objets. Dans presque tous les chefs-lieux de département il y a des fabricants d'instruments de physique qui vendent les appareils d'arpentage les plus communs. Nous ajouterons ici les adresses de quelques maisons de Paris où on pourra trouver presque tous les instruments dont nous avons parlé.

Les fabricants spécialement outillés pour établir les objets de nivellement destinés au drainage sont :

M. Charles, rue des Rosiers, n° 34, au Marais, à Paris;

M. Chollet-Delamarre, quai Napoléon, n° 22, à Paris;

M. Gaiffe, rue de Savoie, n° 4, également à Paris.

M. Chollet fabrique particulièrement le niveau à bulle d'air et à pinnules décrit page 33, et, sur nos conseils, M. Gaiffe fait l'excellent niveau de pente de Thompson, décrit p. 52. Voici le prix courant de M. Gaiffe :

Équerre d'arpenteur de 50 mill. de diamètre et simple........	4f.50
— — à fenêtres.......	5.00
— — à centres........	6.50
Équerre de 60 mill. de diamètre, simple.....................	7.00
— — à fenêtres..................	7.50
— — à centres..................	9.00
Bâton d'équerre..................................	2.50
Chaîne d'arpenteur ordinaire..........................	4.00
— à anneaux soudés.....................	4.50
Décamètre en ruban d'acier..........................	15.00
Mire à coulisse ordinaire..........................	24.00
— forte..................................	28.00
Mire parlante	30.00
Niveau d'eau en fer-blanc..........................	5 00
— en cuivre, avec boîte pour les fioles............	26.00
— — se démontant avec boîte..............	30.00
Pied a trois branches pour les niveaux	5.00
Niveau à bulle d'air avec étui de 80 mill................	2.25
— — 110 —	3.00
— — 140 —	3.75
— — 160 —	4.50

Niveau à bulle d'air avec étui de 220 mill.	6f.00
— — 270 —	7.50
— — 320 —	9.00
Niveau à pinnules, petit modèle	25.00
— grand modèle	40.00
Niveau d'Égault, à lunette achromatique, avec tous les rappels nécessaires pour rectification, plate-forme à ressort, vis pour le calage	150.00
Niveau d'Égault, monté sur base triangulaire, avec lunette achromatique à crémaillère	180.00
Niveau de Lenoir	120.00
Niveau de Thompson	120.00
Niveau de Chézy, avec plate-forme à ressort et à vis	140.00
— monté sur base triangulaire	160.00

La maison Hachette et Cie, rue Pierre-Sarrazin, n° 14, à Paris, tient également un matériel d'arpentage très-varié, destiné spécialement aux écoles; dans son prix courant nous trouvons les objets suivants :

Equerre d'arpenteur octogone à fenêtres	4 fr. à	6f.50
Chaîne d'arpenteur et fiches	2f.60 à	3.50
Roulette à ruban de 10 mètres		1.25
— de 20 mètres		1.75
Cordon de 40 mètres pour tracer l'are		5.50
Mire de 2 mètres simple, sans coulisse		14.00
Mire à coulisse développant 4 mètres		24.00
Mire parlante développant 4 mètres		35.00
Trois nivelettes		5.00
Jalon à douille de fer (pied d'équerre)		2.00
Jalon de 2 mètres peint blanc et rouge		4.50
Niveau à bulle d'air de 110 mill. avec étui		2.50
— 140		3.00
— 160		3.50
— 220		4.50
— 270		5.50
— 320		6.50
Niveau d'eau en fer-blanc, se démontant		5.00
— en cuivre, se démontant, à viroles mobiles		30.00
Niveau à pinnules et à genou		40.00
Niveau à lunette ou à genou		70.00
Niveau d'Égault		100.00
Niveau de Lenoir	100 à	260.00
Niveau de Chézy		90.00

4

Papier quadrillé, à l'échelle de 1 millième, en rouleau de 0m.75 de large sur 9 mètres de long........................... 6f.00
Id. en main, jésus-vélin superfin, la main de 25 feuilles....... 11.00
Papier végétal, le rouleau de 10 mètres..................... 2.20
Papier dioptrique, blanc ou azuré, en rouleau de 1m.10 de large sur 10 mètres de long 6.00

Nous verrons plus loin l'usage que l'on fait de ces derniers objets dans le levé et le nivellement des plans de drainage. Nous ajouterons encore ici la description d'un nécessaire d'ingénieur-draineur imaginé par M. Vianne, entrepreneur de drainage, à Paris. Ce nécessaire se compose d'une boîte (fig. 245) contenant

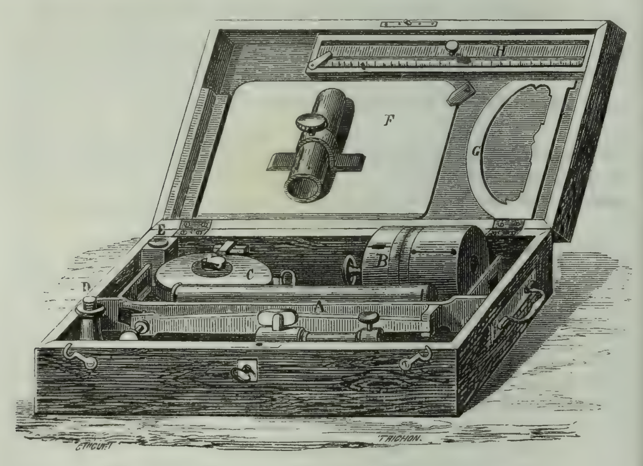


Fig. 245. — Nécessaire du draineur, de M. Vianne.

un niveau A à bulle d'air et à pinnules; une équerre d'arpenteur B, dont le bas est constitué par un pantomètre qui permet de mesurer les angles formés par les plans verticaux passant par l'instrument et par deux objets visés à travers les pinnules dont sont munies la

partie fixe et la partie mobile de l'appareil ; une graduation indique de combien on fait tourner les pinnules supérieures pour les ramener au contact des pinnules inférieures. Dans la même boîte on trouve en C un ruban roulé d'une longueur de 20 mètres pour mesurer les distances ; en D, la virole qui se visse dans l'équerre B et permet de la placer sur un pied à trois branches (fig. 246) ;

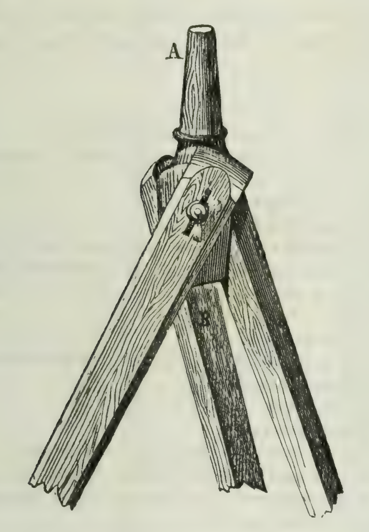


Fig. 246. — Pied à trois branches pour l'équerre et le niveau.

en E, la vis de métrage pour les crins des pinnules du niveau A ; en F, une mire à coulisse destinée à glisser le long de la règle graduée H, contre laquelle on la serre à l'aide d'une vis *g* (fig. 247) ; en G, un rapporteur pour rapporter sur le papier les angles mesurés sur le terrain ; en H, un double décimètre divisé en millimètres pour le tracé du plan sur le papier. Le pied à trois branches

(fig. 246) et la règle (fig. 247), formée de deux mètres qui se vissent l'un sur l'autre, peuvent être serrés ensemble de manière à ne former qu'un paquet (fig. 248) que l'ingénieur pourra porter facilement avec le nécessaire fermé ; pour cela on retourne le bout A (fig. 246) pour le rentrer dans l'intérieur des trois branches où on loge également la règle graduée H ; on serre les vis *a a* et la courroie *b*.

Le prix de ce nécessaire, construit par M. Chollet-Delamarre, est de 100 fr. Voici, du reste, un extrait du catalogue de ce fabricant.

Niveau à bulle d'air et à lunette, système d'Égault...... 150 à	$250^{f}.00$
Niveaux d'Égault et de Chézy, combinés dans le même appareil..	250.00
Niveau de pente avec lunette..............................	100.00
— sans lunette................................	75.00
Niveau d'eau en cuivre, se démontant en trois, renfermé, ainsi que les fioles, dans une boîte en noyer ; tubes très-forts, bagues de pression à vis, grosses fioles en cristal avec obscurateurs, genou à mouvement horizontal.........................	40.00
Id. sans bagues ni obscurateurs..........................	32.00
Id. en fer-blanc, avec genou et coudes en cuivre, aucune partie de l'instrument ne se démontant...........................	15.00
Id. à douille en fer-blanc..................................	5.00
Mire parlante de 4 mètres..................................	40.00
Id. se reployant a 2 mètres à l'aide d'une charnière.........	45.00
Mire à coulisse de 4 mètres, dont 2 mètres de tige principale et 2 mètres de développement, en alisier, fortes montures en cuivre, voyant en tôle vernie..................................	30.00
Mire ronde, de 2 mètres, se démontant en deux parties, et formant ainsi 2 mètres-cannes, avec voyant en tôle vernie......	18.00
Pantomètre ou équerre cylindrique, de $0^{m}.065$ de diamètre, cercle divisé par degrés, avec deux verniers dormant de 2 en 2 minutes, vis de rappel, avec douille simple........................	22.00
Le même avec genou..	25.00

Équerres octogones ou cylindriques à fentes :

De $0^{m}.060$ de hauteur	et	$0^{m}.048$	de diamètre		4.00
— 0.065	—	0.055	—		5.00
— 0.072	—	0.060	—		6.00
— 0.085	—	0.065			7.00

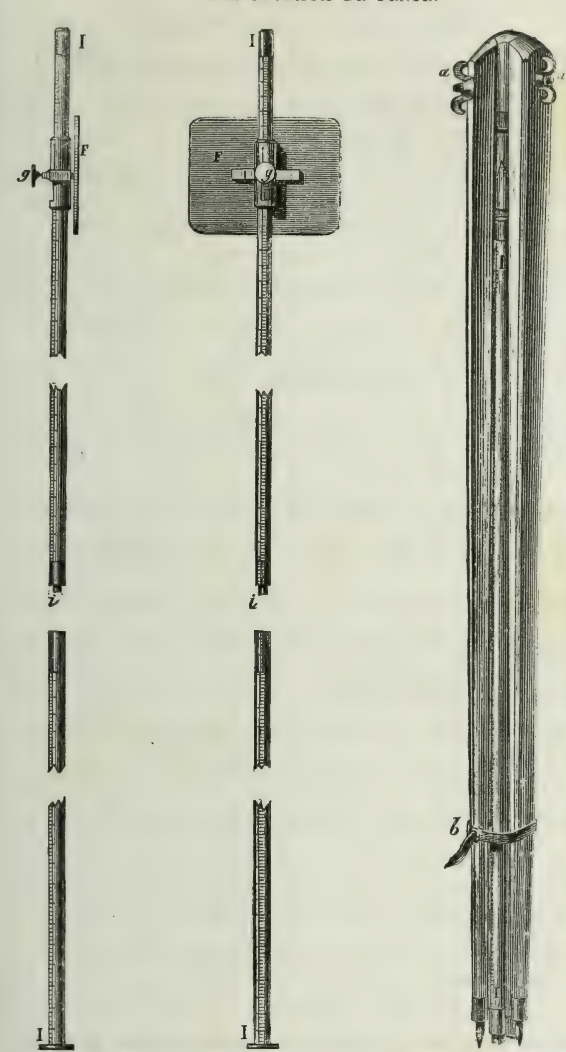


Fig. 247. — Règle graduée, garnie de la mire à coulisse, vue de face et de profil.

Fig 248. — Réunion du pied a trois branches et des deux règles de la mire de l'ingénieur-draineur.

Lorsque les équerres sont à fenêtres, elles augmentent le prix, étui compris, de..	2f.00
Un mouvement de rotation à la douille augmente le prix de....	2.00
Piquet ferré pour équerres............................	2.50
Pied à trois branches en chêne..........................	5.00
Ruban d'acier de 10 mètres, les subdivisions marquées par des incrustations différentes en cuivre............................	20.00
Chaîne en fer de 20 mètres, anneaux de cuivre soudés, avec fiche	8.00
Id. de 10 mètres..	4.00
Double décimètre en buis, à deux biseaux en millimètres......	1.00

CHAPITRE VII

Tracé des lignes horizontales

On a vu, dans le chapitre III (p. 10 à 22), comment on lève facilement le plan d'un terrain et comment on parvient à y trouver toutes les lignes droites qu'on désire indiquer. Dans le chapitre IV, nous avons exposé (p. 22 à 29) les procédés à suivre pour obtenir les différences de niveau qui existent entre tous les points d'un terrain. En joignant aux données ainsi constatées les renseignements que l'étude préalable des conditions dans lesquelles se trouve le sol a fournis, selon les termes du chapitre II (p. 3 à 9), on a tous les documents nécessaires pour décider si l'on peut entreprendre avec succès et facilité le drainage d'une propriété. Avant de procéder à la rédaction du projet de drainage, il ne reste plus qu'à tracer les courbes horizontales d'un même niveau. Ces courbes présentent l'avantage de bien montrer la direction des pentes du terrain et d'indiquer toutes leurs variations. On les obtient par deux méthodes communément employées par les draineurs : la première méthode consiste à les indiquer sur le terrain même à l'aide de jalons dont on relève ensuite la position ;

la seconde, à les tracer seulement sur le plan du drainage à l'aide d'interpolations faciles. Nous croyons que cette dernière méthode est préférable; il est vrai qu'elle exige toujours le tracé préalable d'un plan; mais nous dirons plus loin quels avantages très-considérables nous trouvons à ce qu'un projet de drainage, après les recherches sur les lieux, soit encore étudié dans le silence du cabinet, et non pas tout simplement résolu sur le terrain.

On comprend facilement l'importance des lignes horizontales. Comme en général les drains doivent être dirigés suivant la plus grande pente du terrain, ils seront nécessairement perpendiculaires aux lignes horizontales; si l'une de ces lignes est placée sur le terrain, il suffit de lui élever des perpendiculaires à l'aide de l'équerre d'arpenteur et aux distances voulues; ces perpendiculaires donneront la direction suivant laquelle on devra exécuter les drains.

Cette opération n'exige aucun calcul. On place un niveau de nivellement à peu près au milieu de la ligne qu'on peut tracer d'après la portée de l'instrument employé. On porte la mire sur un des points où l'on veut que passe l'horizontale. On fait une première visée avec le niveau, et l'on fixe la mire sur son support au point indiqué par la ligne de visée. On place un jalon en ce point, et on promène la mire sur le terrain en marchant de 5 en 5 mètres ou de 10 en 10 mètres, et en avançant ou en reculant un peu jusqu'à ce que, dans chaque station, il y ait toujours coïncidence du voyant de la mire avec les lignes de visée, qui se trouveront toutes dans le plan horizontal du niveau. Tous les points obtenus seront par conséquent dans ce même plan, et on les indiquera par des jalons.

Lorsque l'étendue de la pièce de terre dépasse la portée du niveau, on fait plusieurs stations de nivellement. A

chaque station du niveau on opère comme nous venons de le dire, en ayant soin, pour chaque première visée, de placer la mire au dernier jalon de la station précédente et de fixer le voyant sur son support jusqu'à ce qu'il soit dans le nouveau plan du niveau.

Si le terrain n'a qu'une pente, les points obtenus formeront une ligne droite ; si le terrain a plusieurs pentes, leur réunion donnera un polygone horizontal qui serait une courbe dans le cas où les points de station de la mire eussent été choisis très-rapprochés les uns des autres.

Dans le cas de pièces de terre d'une assez petite étendue, le tracé sur le terrain d'une seule ligne horizontale peut suffire. En suivant les indications données dans le chapitre III, on relèvera facilement sur le papier les positions des jalons. Quelques coups de niveau donnés suivant les indications du chapitre IV pour des points choisis de part et d'autre de la ligne de niveau indiqueront s'il y aura une pente suffisante et quelle sera sa valeur.

Dans le cas où les pièces de terre sont très-étendues, on devra tracer plusieurs lignes horizontales de niveau distantes verticalement les unes des autres de 1 mètre, dans le cas de pentes assez grandes, ou de $0^{m}.50$ et même de $0^{m}.25$ dans le cas de pentes assez faibles. Les *Instructions pratiques*, rédigées par M. Mangon par ordre du ministre de l'agriculture, ont choisi ce cas général et donnent la méthode suivante ; c'est le tracé direct sur le terrain, qu'on reporte ensuite sur le papier.

« *Jalonnage.* On fait tracer sur le terrain de forme quelconque ABCDEF (fig. 249), avec des jalons et dans une direction arbitraire, mais qu'il convient de choisir suivant la pente générale du sol, une série de parallèles équidistantes 1, 1 ; 2, 2 ; 3, 3, etc. Ces lignes peuvent être espacées de 50 mètres les unes des autres dans un terrain

très-régulier; on les rapprocherait beaucoup dans un terrain très-accidenté.

« Le placement des jalons est on ne peut plus facile; on trace au hasard l'une des lignes, 4, 4, par exemple; puis, avec une équerre d'arpenteur, on fait placer perpen-

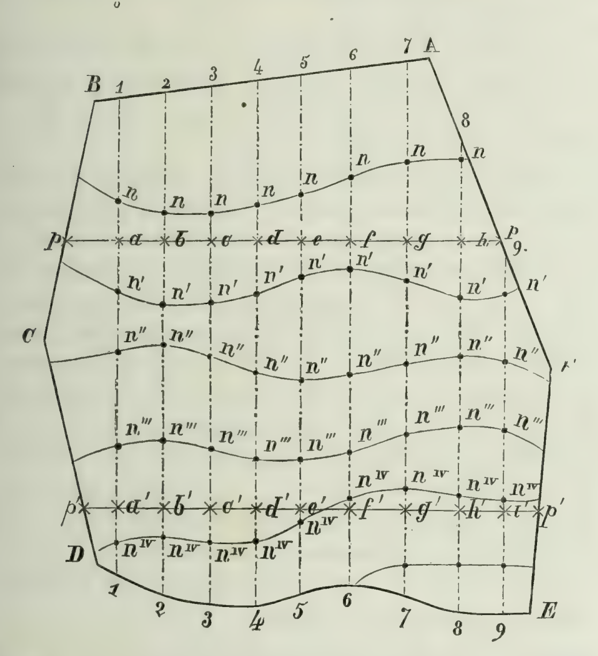


Fig. 249. — Tracé direct des courbes horizontales sur un terrain à drainer.

diculairement à sa direction, et à une distance quelconque, les jalons *p*, *p*; *p'*, *p'*, qui déterminent deux lignes sur chacune desquelles on mesure avec la chaîne des longueurs égales entre elles et à l'espacement que l'on veut mettre entre les parallèles. A chacun des points *a*, *b*, *c*, *d*,

......; *a'*, *b'*, *c'*, *d'* ...., déterminés par ces chaînages, on met un jalon; ces jalons appartiennent, deux à deux, aux lignes cherchées 1, *a*, *a'*, 1; 2, *b*, *b'*, 2; 3, *c*, *c'*, 3; et ainsi de suite, et permettent de les compléter rapidement, en servant de guide, au besoin, pour le placement de quelques autres jalons.

« Ce premier travail est si simple qu'il suffit d'opérer une fois devant des enfants de seize à dix-huit ans, ou devant les ouvriers les moins intelligents, pour qu'ils s'en acquittent ensuite parfaitement bien.

« *Nivellement.* Lorsque les lignes de jalons sont ainsi disposées, le niveleur, muni d'un niveau d'eau, ou mieux d'un niveau à bulle et à lunette, se place dans un point tel qu'il puisse embrasser le plus grand espace possible d'une seule visée; puis il fait placer son porte-mire en un point *n* de la ligne 1, 1, par exemple, rattaché au point fixe pris pour repère de nivellement, et placé dans la partie la plus haute de cette ligne. Le porte-mire, après avoir *très-solidement fixé* le voyant de la mire, place en ce point un jalon facile à distinguer des autres par la couleur du papier placé à sa tête ou par tout autre signe; il se transporte alors sur la ligne 2, 2, et remonte ou descend sur cette ligne, suivant les indications de l'opérateur, jusqu'à ce que le voyant de la mire se trouve de nouveau dans la ligne de visée du niveau, qui n'a pas dû être déplacé.

« Le point *n* de la ligne 2, 2 ainsi déterminé est évidemment à la même hauteur que le point *n* de la ligne 1, 1. Le porte-mire y place un jalon semblable à celui qu'il a mis à ce dernier point; puis il se transporte sur la ligne 3,3, toujours sans changer le voyant, et détermine sur cette ligne un nouveau point situé au même niveau que les deux premiers; il continue de la même manière pour les autres lignes. Tous ces points *n* se trouvent à une même

hauteur, que nous supposerons, pour fixer les idées, à 15 mètres, par exemple, au-dessus du plan pris pour terme de comparaison.

« Lorsqu'il a été ainsi déterminé un point *n* sur toutes les lignes d'opération, on élève (puisqu'on a supposé que l'on avait commencé par le haut de la pièce) le voyant de la mire de l'intervalle que l'on veut mettre entre les plans horizontaux d'opération, soit de $0^m.50$, et l'on détermine, toujours sans changer le niveau de place, une nouvelle série de points *n'* placés dans un plan inférieur de $0^m.50$ au plan des points *n*, c'est-à-dire à $15^m.00 - 0^m.50$ ou $14^m.50$ au-dessus du plan de comparaison. Puis on élève de nouveau le voyant de la mire de $0^m.50$, et on détermine une nouvelle série de points *n''*, qui se trouvent à la cote $15^m.00 - 0^m.50 - 0^m.50 = 14^m.00$ au-dessus du plan de comparaison, et ainsi de suite.

« En joignant par la pensée les points *n*, *n*, *n*,....; *n'*, *n'*, *n'*,..... ; *n''*, *n''*, *n''*,.... ; etc., par des lignes tracées à la surface du sol, il est clair que l'on aura des lignes représentant l'intersection du terrain par des plans horizontaux équidistants. Ces lignes sont ce que l'on appelle les horizontales du terrain.

« Pour simplifier l'explication, on a supposé que l'on pouvait d'une seule station du niveau apercevoir et déterminer tous les points *n*, *n*,....; *n'*, *n'*,....; *n''*, *n''*,...., etc.; c'est, en effet, dans la pratique, le cas le plus ordinaire. Les terrains en culture sont généralement peu accidentés et complétement découverts, et l'on peut presque toujours, avec un niveau à bulle et à lunette, niveler, d'une seule station, une pièce de 5 ou 6 hectares.

« Le déplacement du niveau, s'il était nécessaire, ne serait pas, du reste, une difficulté pour les personnes qui se sont rendu compte des opérations du nivellement. Il

est clair que, s'il fallait déplacer le niveau, soit pour passer d'un point d'une courbe horizontale à un autre point de la même courbe, soit pour passer d'une série de points de niveau à la série suivante inférieure ou supérieure, il suffirait de faire rester le porte-mire au dernier point déterminé, de déplacer le niveau, de ramener le voyant dans sa nouvelle ligne de visée, de le fixer solidement dans sa nouvelle position, et de continuer à opérer comme on l'aurait fait sans le déplacement de l'instrument et sans celui du voyant.

« *Levé*. Quand on a placé, en procédant comme on vient de l'indiquer, les séries de jalons $n, n \ldots$; $n', n', \ldots$; $n'', n'', \ldots$; etc., il ne reste plus, pour rapporter à la fois le plan et le nivellement sur le papier, qu'à chaîner, sur la ligne 1, 1, les distances $1\,n$, $n\,n'$, $n'n''$, $n''\,n'''$, $n'''\,n^{\text{IV}}$, $n^{\text{IV}}\,1$; sur la ligne 2,2, les distances $2\,n, \ldots\; n^{\text{IV}}\,2$; sur la ligne 3, 3, les distances $3\,n, \ldots\; n^{\text{IV}}\,3$, et ainsi de suite. On inscrit toutes ces distances sur une feuille de papier réglée d'avance pour représenter la position des lignes d'opération, ou même sur une feuille de papier quadrillé, pour que le plan se trouve immédiatement à l'échelle, et l'on a évidemment toutes les données nécessaires pour déterminer à la fois les points principaux du périmètre de la pièce et le tracé des horizontales du terrain. Il suffit, en effet, de reporter au bureau sur le papier les distances mesurées, et de joindre les points ainsi obtenus par des lignes.

« *Échelle*. L'échelle la plus commode et la plus ordinairement employée pour les études de détail d'opération de drainage est celle de 1 millimètre ($0^{m}.001$) pour 1 mètre.

« *Écartement des horizontales*. La distance verticale séparatrice des courbes de niveau doit être d'autant plus faible que le terrain est moins incliné. Il convient, dans

les terrains réguliers, de déterminer l'écartement de ces courbes de telle sorte que leur distance en plan n'excède pas 20 à 30 mètres. En pratique, on les espace généralement entre elles, dans le sens vertical, de 1 mètre, de 0m.50 ou de 0m.25; il est très-rare qu'il soit utile de les rapprocher davantage ; dans les terrains presque horizontaux, on se borne à prendre les cotes de quelques points et de l'origine des fossés d'écoulement.

« Les courbes horizontales sont tracées sur le plan en lignes très-fines, avec de l'encre de Chine un peu pâle ; chacune d'elles porte, écrite à l'encre, à ses deux extrémités et en un ou deux autres points de sa longueur, un chiffre indiquant sa hauteur au-dessus du plan général de comparaison adopté pour le nivellement.

« *Points remarquables à lever.* Inutile d'ajouter que, pour compléter l'opération dont il vient d'être parlé, il faut encore fixer la position des points remarquables, tels que fossés, haies, arbres, barrières, etc., qui ne seraient pas donnés par des lignes d'opération, et déterminer les cotes de niveau de quelques points remarquables du périmètre de la pièce qui se trouveraient éloignés des courbes, et surtout s'assurer que le point où l'on peut établir l'écoulement se trouve placé de manière à permettre, en effet, sans obstacle cet écoulement.

« *Facilité de l'opération.* On remarquera que la double opération du levé du plan et du nivellement, dont on vient d'expliquer la marche, n'exige l'inscription d'aucune cote, ne nécessite aucun calcul de rapport de profil, et qu'elle peut, dès lors, être confiée aux agents les moins expérimentés, pourvu qu'ils soient attentifs et capables de faire un chaînage.

« On ne saurait assez vivement recommander de toujours procéder, avant toute opération de drainage, à un

nivellement du terrain exécuté comme on vient de le dire ; il n'y a pas un projet tracé directement sur le sol, comme on le fait souvent, qui ne puisse être amélioré par une étude de cabinet faite avec un plan nivelé. Ce travail, on le répète, est excessivement simple ; il s'exécute avec une grande rapidité aussitôt qu'on en a bien compris la marche.

« Un niveleur, avec un porte-mire et deux jalonneurs capables de chaîner, peut très-facilement lever et niveler par jour de 5 à 6 hectares au moins, dans un terrain ordinaire. Les entrepreneurs de nivellement en font beaucoup plus, et gagnent de très-fortes journées en se chargeant de ce travail à raison de 4 ou 5 francs par hectare, le rapport du plan compris. La plus légère amélioration du tracé couvre évidemment, et bien au delà, une aussi faible dépense. »

Telle est la méthode recommandée officiellement. Sans doute plusieurs indications et prescriptions qui s'y trouvent sont d'un grand prix, et le draineur doit les suivre avec soin ; mais, sous le prétexte d'éviter quelques relèvements de cotes et quelques calculs, cette méthode peut causer souvent de grosses erreurs. D'abord elle ne désigne pas une base d'opération, sans laquelle cependant il est impossible d'arriver à retrouver sur le papier les places des trop nombreux jalons plantés sur le terrain. Ensuite il faut bien se garder de ne prendre aucune cote de nivellement, car on pourrait alors faire un drainage qui manquerait son effet à cause de l'insuffisance des pentes qu'on n'aurait pas calculées. Quelques calculs de proportions se résumant dans de petites multiplications et divisions ne sont pas une difficulté qu'on doive tourner au prix de manquer toute une opération. Enfin il est très-facile de faire des erreurs au milieu d'un grand nombre de jalons

que le vent ou quelque autre accident renverse si souvent. Ajoutons encore que, malgré le grand nombre de jalons posés, il pourra arriver que les plis du terrain ne soient pas indiqués et qu'on soit conduit à tracer des drains qui passeront au-dessus du sol. Cela vient de la manière *trop méthodique* dont les lignes jalonnées sont tracées. Pourquoi indiquer sur le terrain même des lignes horizontales qui ne seront utiles que dans le cabinet pour faire le projet de drainage? Nous comprenons que, lorsqu'un homme très-habile dirige lui-même un drainage, comme a fait, par exemple, M. Jacquemart (1), il puisse se contenter, si le terrain s'y prête par sa régularité, d'une seule ligne horizontale, et alors opérer comme nous l'avons dit plus haut; mais la généralisation de ce procédé au tracé de six ou de sept lignes horizontales successives nous paraît devoir entraîner de graves inconvénients.

Pour nous, nous conseillerons une méthode différente, et notre premier principe consistera à supplier le draineur de reporter successivement sur le papier toutes les opérations au fur et à mesure qu'elles seront faites sur le terrain. C'est la seule manière d'arriver à corriger les erreurs qui sont l'accompagnement certain, il faut qu'on le sache, de toute entreprise; il n'y a de procédés infaillibles que ceux qui admettent la possibilité des erreurs et qui donnent les moyens de les découvrir.

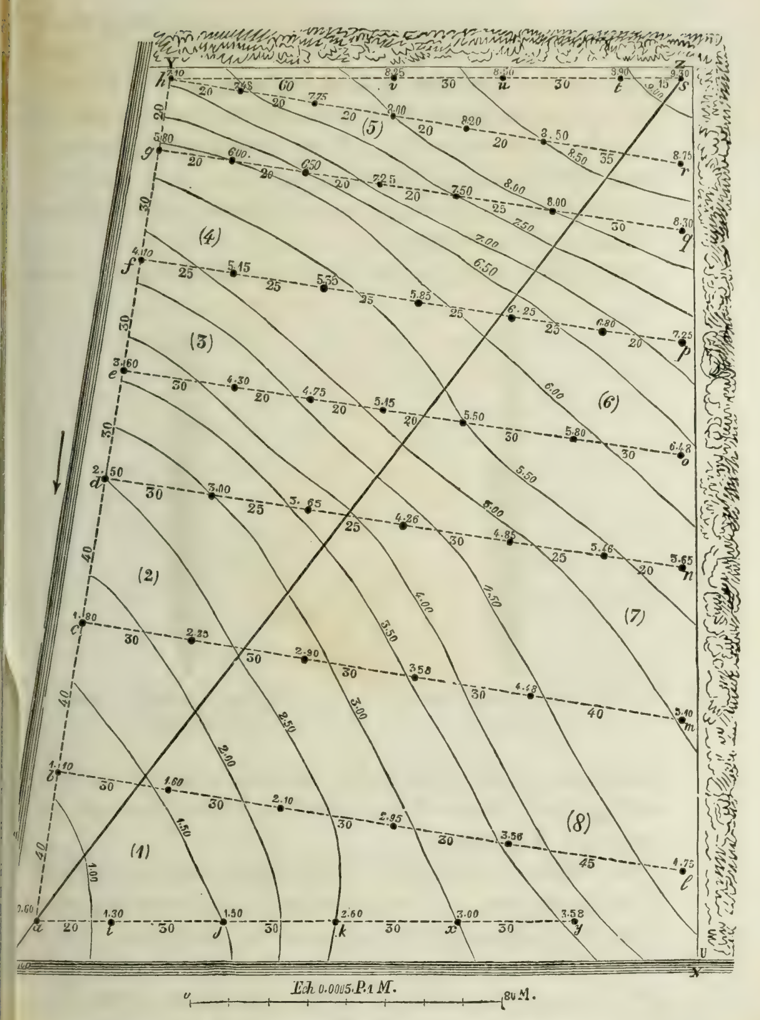
La méthode que nous recommandons est, du reste, à peu près celle suivie par des praticiens tels que MM. Barbier, Dubois, Richard de Jouvance, Lauret, Vianne, etc. Elle consiste à choisir une base à laquelle on élève des perpendiculaires plus ou moins distantes, selon les inégalités du terrain, et à marquer sur ces perpendiculaires, par des jalons,

(1) Compte rendu d'une opération de drainage de 110 hectares, *Journal d'Agriculture pratique* (4e série, t. V, p. 357).

toutes les inégalités du terrain. Ainsi les jalons ne seront pas disposés symétriquement, et de manière à former une sorte de damier régulier, mais bien de façon à ce que, dans l'intervalle laissé par deux d'entre eux, il n'y ait jamais d'accidents de terrain qui ne seraient pas relevés. Les cotes de tous ces jalons seront rigoureusement relevées selon les procédés que nous avons donnés (chap. IV), et le tout sera rapporté à l'échelle sur un plan, sur lequel seulement on s'occupera de tracer les lignes de niveau. Le relèvement des cotes rapportées au plan horizontal passant par le point le plus bas devra se faire en tournant autour de la pièce de terre de manière à revenir au point de départ et à vérifier ainsi l'opération. On va voir, du reste, par un exemple, que l'opération se fait avec facilité.

La base d'opération doit être fixe et facilement reconnaissable après les travaux, de manière à ce qu'on puisse retrouver sans peine toutes les autres lignes. On doit l'appuyer sur quelques points invariables, tels que des bornes, le fossé d'une route, un poteau, une haie, un mur, etc., à proximité de la pièce. A défaut de ces repères naturels, on doit faire planter deux bornes orientées sur l'un des plus grands côtés du champ à drainer, et qui partent du point le plus bas, autant que possible, ou, inversement, du point le plus élevé, mais dirigées d'une manière arbitraire par rapport à la pente générale du terrain.

Soit donnée la pièce de terre représentée par la figure 250. Le point le plus bas V est à la jonction de deux fossés. A 5 mètres de distance du plus long de ces fossés, nous dirigeons une ligne droite *abcdefgh*, et nous plantons sur cette ligne, à des distances $ab = 40$, $bc = 45$, $cd = 40$, $de = 30$, $ef = 30$, $fg = 30$, $gh = 20$, des piquets à coche (fig. 251 et 252) pouvant facilement recevoir des numéros. On enfonce en terre ces piquets jusqu'à la coche. Les points



. 250 — Disposition d'un nivellement pour tracer sur le papier les lignes horizontales.

a, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h* seront ceux par lesquels nous élèverons, au moyen de l'équerre, des perpendiculaires à notre ligne de base *abcdefgh*, qui est évidemment bien déterminée, et que désormais on pourra retrouver avec facilité. Le long des deux cotés VX, YZ du terrain, nous placerons aussi des piquets semblables *i*, *j*, *k*, *x*, *y*, *v*, *u*, *t*, *s*, à 5 mètres des bords et séparés les uns des autres par des distances qui seront jalonnées.

Immédiatement, sur un papier quadrillé dont les raies

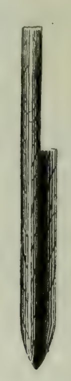


Fig. 251. — Piquet à coche, vu de profil.

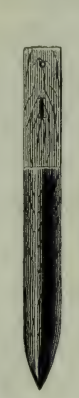


Fig. 252. — Piquet à coche, vu de face.

sont distantes de 5 millimètres supposés valoir 10 mètres, on figurera la base, et on rapportera les positions des piquets par des points.

En mettant un jalon en *b*, on élèvera une perpendiculaire *bl* à la base, et immédiatement on placera sur cette ligne des jalons, dont on mesurera les distances, et qui seront tellement disposés qu'entre deux jalons consécutifs il n'y ait pas d'accident de terrain. Ces jalons seront facilement rapportés sur le papier, et alors on pourra sans

peine y tracer le côté VX limite et y figurer les piquets *i*, *j*, *k*, *x*, *y*.

Les perpendiculaires passant par les autres points de la base seront élevées de la même manière en mettant des piquets aux extrémités en *l*, *m*, *n*, *o*, *p*, *q*, *r*, *s*, et, tandis que deux jalonneurs chaîneront les longueurs et placeront des jalons à des distances convenables sur chacune des perpendiculaires, le niveleur et son porte-mire se mettront à déterminer les cotes des points où sont enfoncés les jalons sur la limite VX de la pièce et sur la première perpendiculaire, puis sur la seconde, et ainsi de suite. Pour cela, le niveleur se placera en des points convenables (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8). A chaque changement de station il vérifiera si les nouvelles lignes de jalons sont bien posées, et il les figurera sur son papier quadrillé. Le plan se trouvera ainsi levé directement. Les cotes obtenues seront de suite inscrites à côté des points indiquant les jalons, comme le montre la figure 250, où l'on a mis la cote 0.00 au point le plus bas V, qui a dû être marqué par un piquet à coche.

Si m est la cote d'un coup arrière, n l'accusé que la mire y donnait, p l'accusé de la mire en un nouveau point, x la cote cherchée de ce nouveau point, on a la formule

$$x = n - p + m,$$

à l'aide de laquelle l'inscription des cotes se fera sans jamais présenter de difficulté.

En suivant cette méthode, on n'a pas à s'occuper des dérangements survenus dans les jalons; ils peuvent être abattus par le vent ou par tout autre accident sans qu'il en résulte aucun inconvénient. En outre, l'inscription des cotes indiquerait de suite si l'on avait commis quelque er-

reur par des différences extraordinaires que présenteraient les points voisins.

Quant au tracé des lignes horizontales, il est devenu désormais élémentaire. En effet, supposons que l'on veuille tracer des courbes de 50 en 50 centimètres. On partagera les distances qui existent entre deux jalons d'une même perpendiculaire en deux parties proportionnelles aux différences des cotes des deux jalons avec la cote de la courbe qui passera entre eux. Ainsi, pour trouver le point par où passera la courbe de $2^m.50$ sur la perpendiculaire *cm*, on remarquera que l'on a $AB = 30$, cote de $A = 2^m.25$, cote de $B = 2^m.90$, et par conséquent

$$\text{cote de B} - \text{cote de A} = 0^m.65,$$

$$\text{cote de la courbe} - \text{cote de A} = 0.25.$$

Donc la proportion

$$0.65 : 30 :: 0^m.25 : x$$

donnera $$x = AC = 11^m.5.$$

Rien ne sera plus facile que de placer C sur le papier quadrillé. Les courbes seront donc mises sur le plan sans difficulté. Or, nous répétons qu'il est absolument inutile de les figurer sur le terrain par des jalons.

Nous ajouterons que maintenant tous les jalons peuvent disparaître, et que le travail fait n'en pourra pas moins servir lorsque, à une époque quelconque, on voudra procéder à l'exécution du drainage.

Pour achever l'étude du terrain, on devra joindre par une ligne droite SV le point le plus haut au point le plus bas du terrain, et, sur cette ligne, effectuer les fouilles dont nous avons indiqué l'importance dans le chapitre II (page 5). Une première fouille étant établie sur le sommet et pous-

sée jusqu'à 2 mètres de profondeur, par exemple, on fait commencer la seconde, si la pente le permet, en aval et au niveau du fond de la première, la troisième au niveau du fond de la seconde, et ainsi de suite, de façon qu'elles rencontrent aux différentes hauteurs l'affleurement des couches sous-jacentes, et qu'aucune de ces couches n'échappe à l'examen (fig. 253). Si le temps presse, et si l'on manque d'ouvriers, on peut se contenter d'alterner les fouilles et les sondages (fig. 254); mais on obtient ainsi des indications moins précises qu'en employant la première méthode. Lorsque les sondages et les fouilles sont terminés sur la ligne principale de nivellement, on fait pratiquer sur les horizontales correspondantes à tous les mouvements importants du terrain, et sur une direction perpendiculaire aux stratifications du sol, des fouilles ou des sondages en quantité nécessaire pour avoir très-exactement le relief du sous-sol.

Si le terrain ne présente qu'une pente faible et régulière, telle, par exemple, que les cotes extrêmes de la ligne de nivellement qui joint le point le plus haut et le point le plus bas ne donnent pas plus de 2 mètres pour différence de niveau, on pratique une fouille en tête de cette ligne, une seconde au milieu, une troisième à 2 mètres environ de son extrémité inférieure, et d'autres fouilles ou sondages en suivant le pourtour de la pièce, et en opérant sur les horizontales correspondantes aux fouilles de la ligne principale.

Quelle que soit la pente, il peut arriver qu'on ait besoin d'étudier le sol plus profondément que ne le permettraient les fouilles et les sondages que nous venons d'indiquer. Cela arrive notamment lorsqu'on soupçonne l'existence de couches aquifères qui s'abaissent ou *faillent* à l'approche de la surface, et qui pourraient, par la pression des ter-

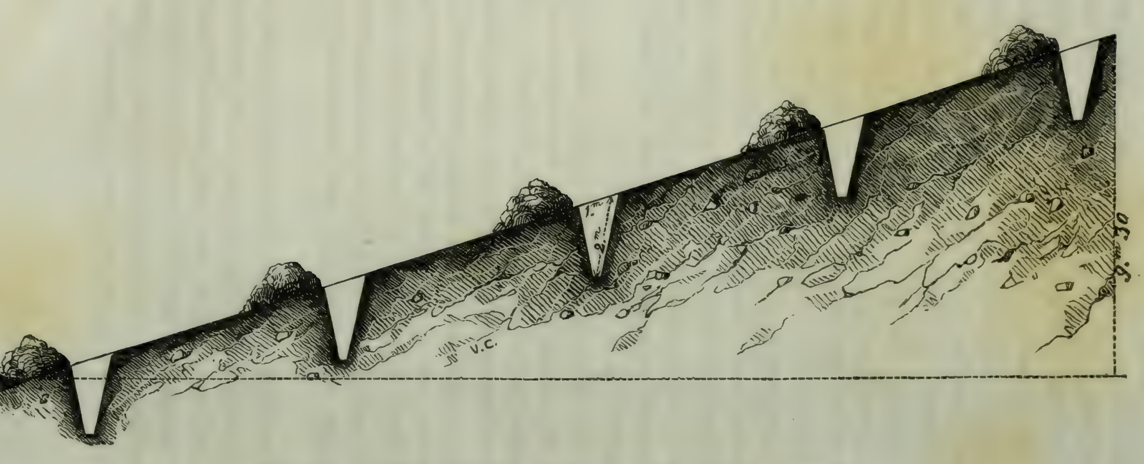


Fig. 253. — Fouilles distribuées sur la ligne principale de nivellement.



Fig. 254. — Fouilles alternées avec des sondages sur la ligne principale de nivellement.

rains supérieurs, charger d'eau le terrain à drainer, comme dans le cas de la figure 255. Alors on fait descendre des sondages dans les fouilles jusqu'à la rencontre de la couche aquifère ou jusqu'à une profondeur telle que son effet ne soit plus à craindre. On obtient ainsi des renseignements précieux sur les travaux à effectuer pour rendre le drainage complétement efficace.

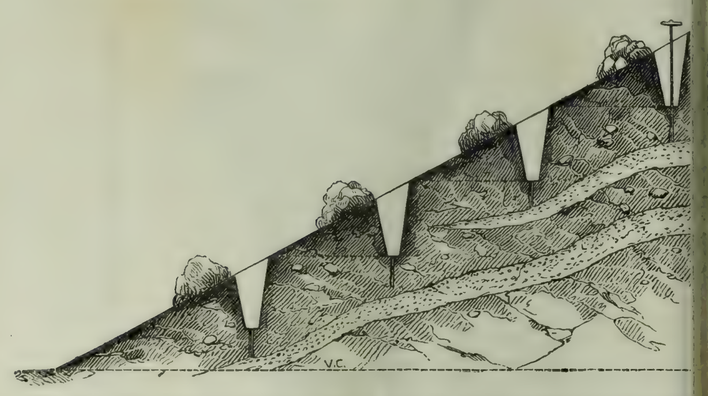


Fig. 255. — Fouilles et sondages effectués dans un terrain présentant des couch aquifères.

CHAPITRE VIII

Exemples de drainages

Avant d'exposer les règles généralement suivies pour la rédaction d'un projet de drainage, après l'étude faite sur le terrain et le relèvement complet du plan et du nivellement, nous passerons en revue plusieurs exemples de drainages effectués dans des circonstances très-diverses, en allant des cas les plus simples aux cas les plus com-

pliqués. L'agriculteur verra ainsi quelles sont les dispositions adoptées le plus généralement, et il aura des éléments puisés dans la pratique pour soumettre à une bonne discussion le parti à prendre dans chaque cas particulier.

§ 1. — *Drainage d'un champ n'ayant qu'une seule pente.*

Nous empruntons l'exemple le plus simple aux *Instructions pratiques,* rédigées par M. Mangon. Il s'agit d'un champ (fig. 256) d'une contenance de 4h.4 environ, pré-

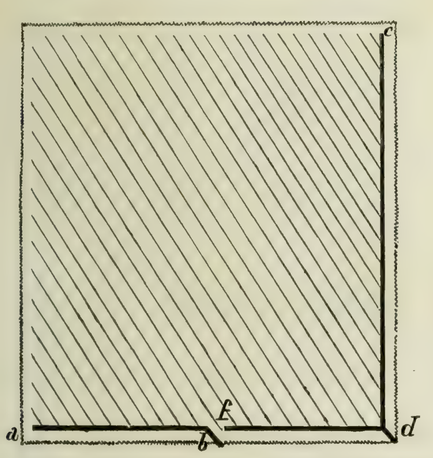


Fig 256. — Drainage d'un champ présentant une seule pente faible et régulière.

sentant une inclinaison assez faible ; c'est dans le sens de cette pente qu'ont été dirigés les petits drains ; ils ont été espacés à peu près de 9 mètres les uns des autres. Ces petits drains débouchent dans trois drains collecteurs, *ab*, *fd*, *cd*, qui se rendent en *b* et en *d* dans le canal de décharge.

§ 2. — *Drainage d'un champ présentant deux pentes.*

Dans la figure 257, on voit un champ présentant deux inclinaisons différentes dans le sens desquelles ont été disposés les petits drains. Ceux-ci se rendent dans le drain

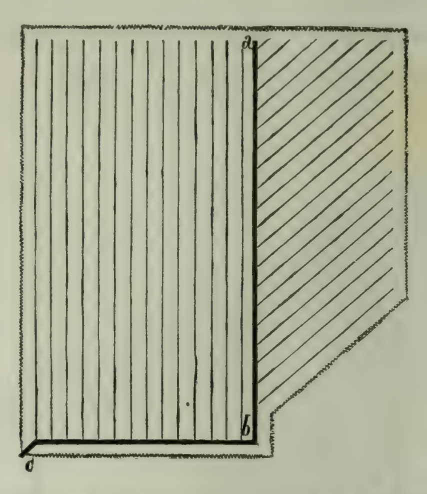


Fig. 257. — Drainage d'un champ présentant deux pentes régulieres.

collecteur *abc*, qui communique en *c* avec le canal de décharge ; une partie *ab* de ce drain collecteur est établi dans le pli du terrain formé par l'intersection des deux directions générales de la surface du sol.

§ 3. — *Drainage d'un champ présentant une très-grande longueur dans le sens de la pente.*

Certains champs peuvent présenter, dans la direction de leur pente générale, une trop grande longueur pour qu'il

soit convenable d'y établir des lignes de drain d'une seule portée. Alors on recoupe le champ (fig. 258) par des

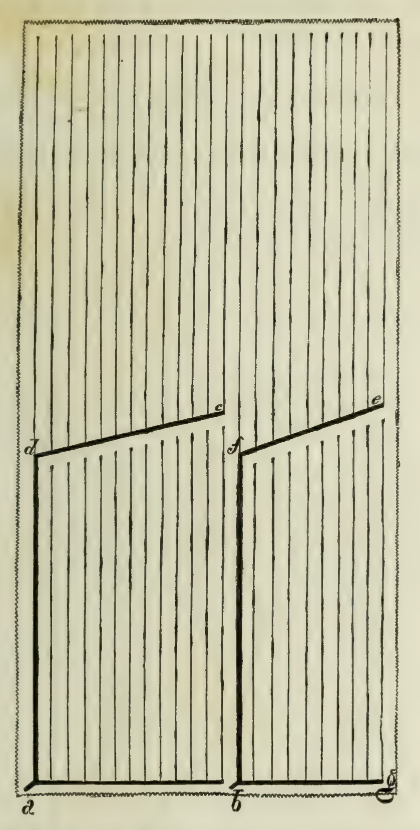


Fig. 258. — Drainage d'un champ présentant une très-grande longueur dans le sens de la pente.

drains collecteurs *cd*, *ef*, disposés obliquement, et qui déversent les eaux de la partie supérieure dans d'autres drains

collecteurs *da, fb;* ceux-ci jettent leurs eaux en *a* et en *b* dans la décharge générale, en même temps que les collecteurs *ba*, *gb*, recevant les eaux des parties inférieures du champ.

§ 4. — *Drainage d'un champ à pentes multiples.*

Lorsque le champ à drainer présente un grand nombre de pentes et de contrepentes, il faut le subdiviser en autant de parcelles dans lesquelles on place des systèmes de drains spéciaux ; tous les drains collecteurs doivent ensuite se réunir dans un drain principal, comme on le reconnaît par la fig. 259, qui représente le drainage d'un

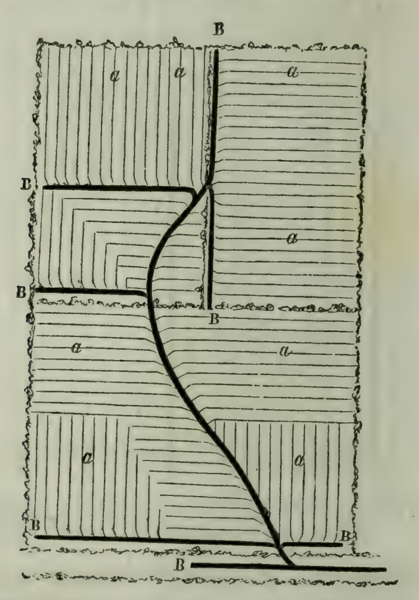


Fig. 259. — Drainage d'un champ présentant dix versants.

terrain très-accidenté. En *a*, *a*... on aperçoit les drains ordinaires, et en B, B... les drains collecteurs qui emmènent au dehors les eaux de dix versants différents.

§ 5. — *Direction des drains indiquée par les lignes horizontales.*

D'une manière générale, la direction des drains doit être celle de la plus grande pente du terrain, et en conséquence être perpendiculaire aux lignes horizontales de même niveau. Cette disposition est rendue évidente par la fig. 260, où les lignes ponctuées représentent les lignes

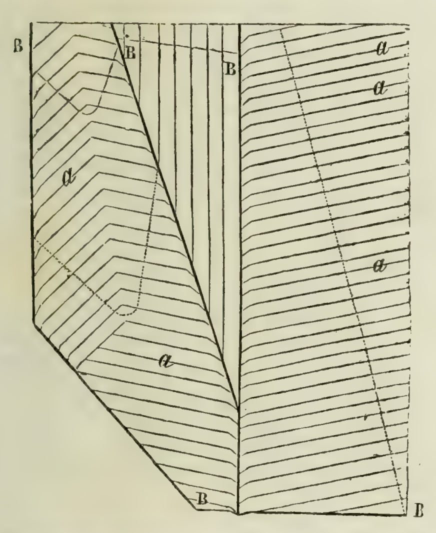


Fig. 260. — Plan de drainage à quatre versants, avec lignes horizontales de niveau, d'une contenance de 4 hectares.

horizontales du terrain. Les drains ordinaires sont représentés par les traits fins *a a*; ils sont parallèles aux lignes

de plus grande pente, perpendiculaires aux lignes horizontales. Les drains principaux ou collecteurs B, placés dans les vallées, conduisent toutes les eaux dans le canal qui sert de décharge à quatre versants.

§ 6. — *Longueurs et pentes des lignes de drains de divers drainages.*

Dans la rédaction d'un projet de drainage il faut que l'on tienne compte de la longueur et de la pente de chaque ligne de drain. La fig. 261, qui représente le plan d'une

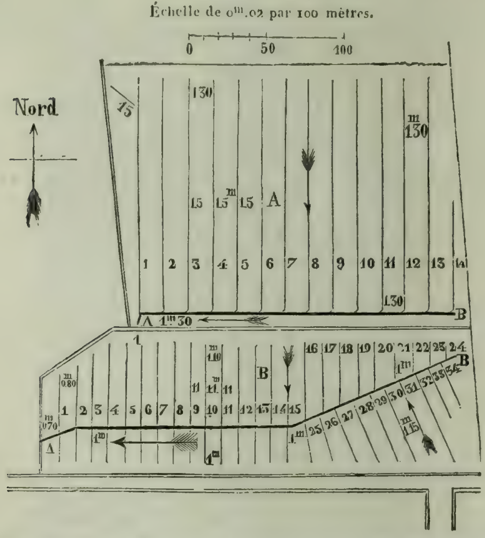


Fig. 261. — Drainage d'une pièce de terre de la ferme de Châteaufort (Seine-et-Marne).

pièce de terre appartenant à M. Rebut, propriétaire de la ferme de Châteaufort, sise commune de Grandpuits, can-

ton de Mormont (Seine-et-Marne), exploitée par M. Garnot, donne une idée de toutes les conditions à remplir. Le drainage de ce champ a été effectué par M. Lauret. La pièce en question se compose de deux parties A et B :

	hectares.
A. d'une contenance de..................	3.60
B. d'une contenance de..................	2.33
Contenance totale..................	5.93

Les flèches indiquent les directions des pentes; il y a deux drains collecteurs AB.

Les lignes de drains de la partie A sont à 15 mètres de distance, et leur profondeur moyenne est de $1^m.30$. Le terrain est facile, formé d'une argile jaune compacte; la fouille n'a que rarement exigé l'emploi du pic. Le drainage en a été payé à raison de 230 fr. l'hectare. Le nombre des mètres linéaires de drains à l'hectare a été de 680. Les longueurs respectives de chaque drain sont données par le tableau suivant, dont les n^os^ d'ordre sont aussi indiqués sur la figure.

Nos d'ordre des drains.	Mètres.	Nos d'ordre des drains.	Mètres.
AB.............	204.0	*Report*........	1,455.2
1..............	156.4	9.............	156.4
2..............	156.4	10.............	156.4
3..............	156.4	11.............	156.4
4..............	156.4	12.............	156.4
5..............	156.4	13.............	156.4
6..............	156.4	14.............	75.0
7..............	156.4	15.............	20.4
8..............	156.4		
A reporter....	1,455.2	TOTAL.	2,332.6

Le drain collecteur AB a $0^m.86$ de pente sur 204 mètres, ce qui fait $0^m.0041$ par mètre.

La partie B de la pièce est composée d'une terre un peu

tourbeuse, reposant sur des marnes vertes; elle était sujette à éboulement. Le travail en a été fait à la bêche. Elle a exigé des drains plus rapprochés, qui ont été posés à 11 mètres de distance, et à la profondeur moyenne de 1 mètre. Le drainage en a été payé à raison de 260 fr. l'hectare, plus 1 fr. 25 par mètre cube de pierres extraites.

Les longueurs respectives des drains ont été les suivantes :

Nos d'ordre des drains.	Mètres.	Nos d'ordre des drains.	Mètres.
AB	283.0	*Report*	1,474.2
1	53.6	18	42.3
2	59.6	19	36.3
3	64.3	20	30.0
4	70.0	21	23.6
5	75.7	22	17.6
6	75.7	23	11.4
7	76.0	24	5.8
8	76.2	25	22.0
9	76.4	26	28.0
10	76.4	27	35.0
11	76.5	28	42.4
12	76.6	29	49.2
13	76.8	30	54.2
14	77.0	31	60.0
15	77.0	32	65.0
16	55.2	33	35.4
17	48 2	34	13.4
A reporter	1,474.2	TOTAL	2,045.8

La figure *a* de la planche V donne le plan d'un drainage plus compliqué, exécuté encore par M. Lauret sur une pièce de terre appartenant à M. de La Rochefoucault, propriétaire de la ferme de l'Épine, sise commune et canton de Mormont (Seine-et-Marne), exploitée par M. Colleau, fermier. Cette pièce a une contenance de 17.5 hectares. La profondeur moyenne du drainage est de $1^{m}.30$; dans quelques cas, indiqués sur la figure *a* elle-même, la profondeur s'écarte de ce chiffre en plus ou en moins.

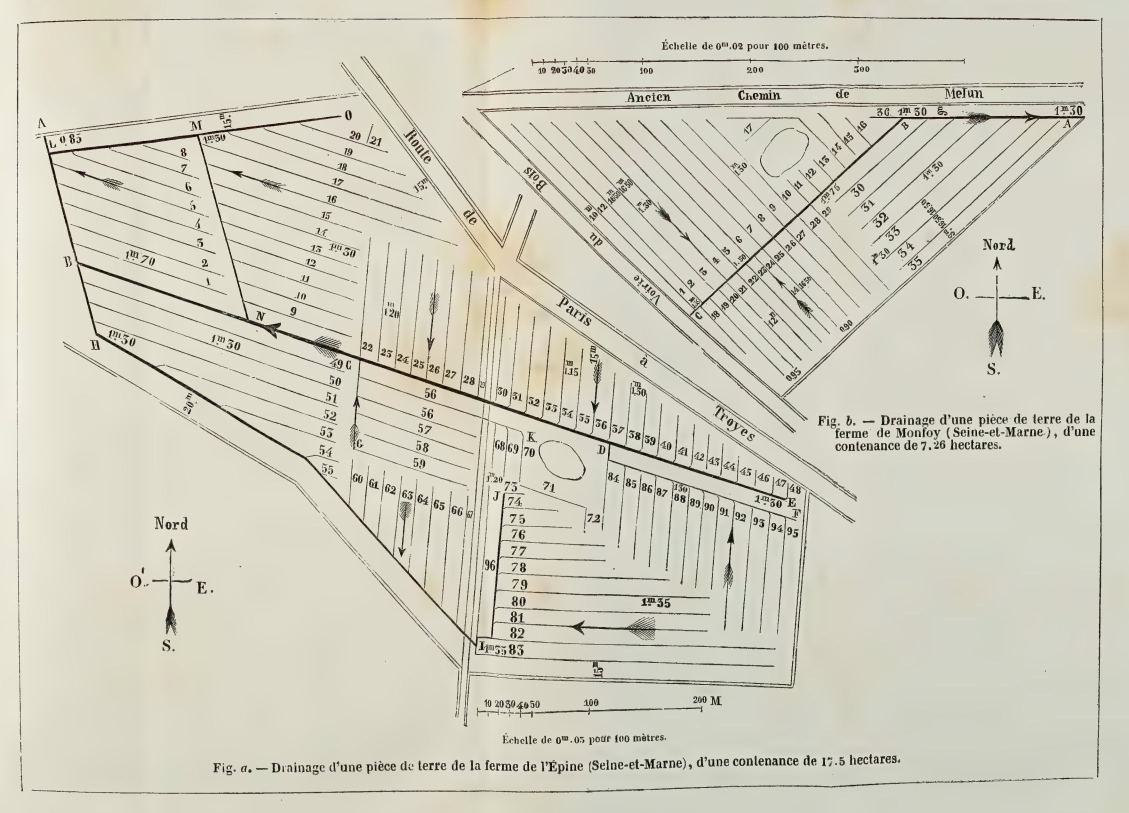


Fig. *b*. — Drainage d'une pièce de terre de la ferme de Monfoy (Seine-et-Marne), d'une contenance de 7.26 hectares.

Fig. *a*. — Drainage d'une pièce de terre de la ferme de l'Épine (Seine-et-Marne), d'une contenance de 17.5 hectares.

L'écartement des lignes de drains est de 15 mètres en moyenne.

Les drains forment une longueur totale de 11,903 mètres linéaires, ou 680 mètres à l'hectare.

A cause des drains collecteurs, on a employé deux corps de tuyaux; il a fallu 39,300 tuyaux.

Le terrain était très-varié, composé d'une terre jaune argileuse, très-compacte, contenant une pierre meulière fréquente et serrée. Il a fallu employer le pic et la bêche.

Le prix du drainage a été de 270 fr. l'hectare, et l'extraction de la pierre a été payée en outre 1f.50 le mètre cube.

Les lignes des drains ordinaires ont reçu des tuyaux de 0m.30 de diamètre; les drains collecteurs ont été faits de la manière suivante, avec des tuyaux de calibre croissant depuis 0m.030 de diamètre jusqu'à 0m.075 :

AH. Collecteur principal en briques et tuiles présentant 144 centimètres carrés de section.

BC.	1 tuyau de	0m.075	et 1	de	0m.045.
CD.	1 tuyau	0 .060	et 1		0 .045.
DE.	1 tuyau	0 .045	et 1		0 .030.
HJ.	1 tuyau	0 .060	et 1		0 .045.
LM.	1 tuyau	0 .060.			
MN.	1 tuyau	0 .045.			

Les longueurs respectives des drains ont été les suivantes :

Drains collecteurs.

	Mètres.
AH. Collecteur principal	173.8
HI	330.0
IJ	160.0
BE	674.4
DF	185.0
CK	170.0
CG	75.0
LO	273.8
MN	164.2
Total des longueurs des drains collecteurs...	2,206.2

Drains ordinaires.

Nos d'ordre des drains.	Mètres.	Nos d'ordre des drains.	Mètres.
Drains collecteurs.	2,206.2	*Report*......	6,475.2
1.............	153.0	40.............	42.2
2.............	152.8	41.............	38.6
3.............	152.8	42.............	34.2
4.............	152.0	43.............	28.8
5.............	152.0	44.............	24.6
6.............	123.6	45.............	19.8
7.............	81.0	46.............	16.0
8.............	38.0	47.............	10.5
9.............	103.0	48.............	7.0
10.............	110.0	49.............	257.6
11.............	116.0	50.............	252.0
12.............	123.0	51.............	245.0
13.............	130.0	52.............	188.0
14.............	136.0	53.............	111.5
15.............	144.0	54.............	26.5
16.............	227.0	55.............	16.2
17.............	225.0	56.............	109.0
18.............	180.0	57.............	169.0
19.............	114.0	58.............	109.0
20.............	57.4	59.............	38.8
21.............	8.0	60.............	36.4
22.............	110.0	61.............	49.6
23.............	110.0	62.............	61.8
24.............	110.0	63.............	73.4
25.............	110.0	64.............	84.0
26.............	110.0	65.............	96.0
27.............	116.0	66.............	108.0
28.............	106.0	67.............	119.0
29.............	95.0	68.............	45.0
30.............	93.0	69.............	45.0
31.............	88.0	70.............	45.0
32.............	83.0	71.............	65.0
33.............	78.0	72.............	22.0
34.............	73.0	73.............	20.0
35.............	68.0	74.............	50.0
36.............	63.0	75.............	64.0
37.............	58.0	76.............	94.0
38.............	53.0	77.............	102.0
39.............	46.4	78.............	152.0
A reporter. .	6,475.2	*A reporter*...	9,531.7

Nos d'ordre des drains.	Mètres.	Nos d'ordre des drains.	Mètres.
Report..	9,531.7	*Report*...	10,947.0
79..............	195.0	88..............	80.2
80..............	195.0	89..............	92.0
81..............	195.0	90..............	87.5
82..............	253.0	91..............	85.0
83..............	268.0	92..............	127.0
84..............	61.8	93..............	121.0
85..............	76.0	94..............	116.5
86..............	87.0	95..............	115.0
87..............	84.5	96..............	131.8
A reporter..	10,947.0	TOTAL GÉNÉRAL.	11,903.0

Les lignes des collecteurs présentent les profils indiqués par les pentes ci après :

Collecteur principal A H, pente de $0^m.6$ sur 174 mètres, ou $0^m.00345$ par mètre.
Collecteur BE, pente de $0^m.98$ sur 200 mètres, ou $0^m.0049$ par mètre.
Collecteur MN, pente de $0^m.91$ sur 100 mètres, ou $0^m.00515$ par mètre.
Collecteur IJ, pente de $0^m.32$ sur 160 mètres, ou $0^m.002$ par mètre.

La figure *b* de la même planche V représente un drainage effectué encore par M. Lauret dans un terrain beaucoup plus difficile que le précédent. Ce terrain, formé d'argile jaune alternant avec des marnes vertes, contenait de nombreux blocs erratiques, et donnait lieu dans le creusement des tranchées à des éboulements fréquents. On en a extrait 324 mètres cubes de pierre meulière. Sa contenance était de 7.26 hectares. On a payé le drainage à forfait au prix de 260 fr. l'hectare, plus 1 fr. 25 c. par mètre cube de pierre extraite.

Cette pièce de terre appartient à M. de Bonneuil, propriétaire de la terre de Montfoy, sise commune de Bombon (Seine-et-Marne). La profondeur moyenne des drains est de $1^m.30$ pour la plus grande partie de la pièce, où les lignes sont placées à $19^m.5$ de distance les unes des autres. La profondeur moyenne n'est que de 1 mètre à $1^m.10$ pour les drains espacés de 11 à 12 mètres.

Il y a deux drains collecteurs CB et BA. Le drain CB, sur une longueur de 268 mètres, présente une pente de 0m.77, soit de 0m.00287 par mètre. La pente totale du drain B A est de 0m.95 sur 166 mètres, soit 0m.00572 par mètre.

Les longueurs respectives de drains sont les suivantes :

	Mètres.		Mètres.
AB	166.0	*Report*	2,472.2
BC	268.0	19	99.0
1	229.0	20	99.0
2	215.0	21	99.0
3	200.0	22	99.0
4	190.0	23	99.0
5	174.0	24	99.0
6	161.0	25	99.0
7	146.0	26	99.0
8	133.0	27	99.0
9	119.0	28	99.0
10	105.0	29	99.0
11	34.0	30	118.0
12	30.0	31	137.0
13	28.4	32	156.0
14	123.0	33	177.0
15	35.6	34	196.0
16	22.6	35	215.0
17	32.6	36	32.4
18	60.0		
A reporter	2,472.2	TOTAL	4,592.6

Les drains présentent, comme on voit, un développement linéaire de 4,592m.6, ou 632 mètres par hectare. On a employé 13,160 tuyaux.

Le lecteur trouvera encore un exemple intéressant des pentes et des longueurs des drains dans un drainage effectué (fig. 262) sur la belle propriété que possède à Brunoy M. Ch. Christofle. Cette pièce de terre, dite le Petit-Clos-Thierry, a été drainée, l'une, MSTJ, par M. Chandora; l'autre, MNGI, par MM. Chauviteau et Campocasso. La partie MITS a reçu vers la tête huit drains

distants de 12 mètres et se dirigeant vers ST, et ensuite dix-neuf drains également distants et dirigés en sens contraire vers MJ. Ce drainage, portant sur une étendue de $4^h.34$, n'a pas bien réussi. Au contraire, la disposition adoptée sur la partie MNGIH a eu un plein succès. Ce résultat démontre l'importance de la direction donnée aux drains, et prouve qu'il est le plus souvent préférable de diriger les petits drains dans le sens de la plus grande pente.

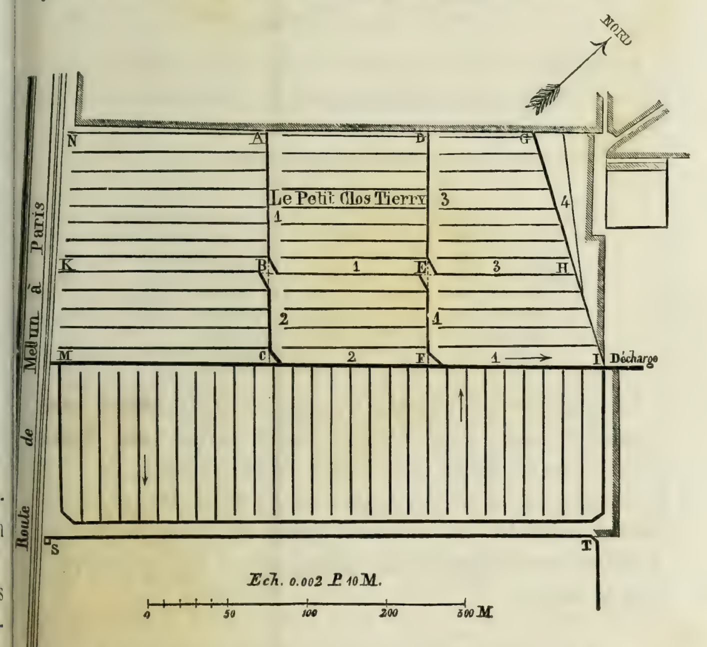


Fig. 262. — Pièce de terre dite le Petit-clos-Thierry, drainée à Brunoy (Seine-et-Oise), sur la propriété de M. Christofle.

Le développement des drains et des collecteurs pour la partie MNGI est le suivant :

				m.
14 drains de	139	mètres de longueur chacun	....	1,946.00
13 —	99	—	....	1,287.00
13 —	90	—	....	1,170.00
		Total des longueurs des petits drains	...	4,403.00

			m.
Collecteurs n°	1	du plan	361.25
—	2	—	170.75
—	3	—	159.50
—	4	—	141.00
		Total des longueurs des collecteurs	832.50

La distance moyenne entre les lignes de drains est de 12 mètres; la profondeur moyenne des petits drains est de $1^{m}.20$, et celle des collecteurs de $1^{m}.30$.

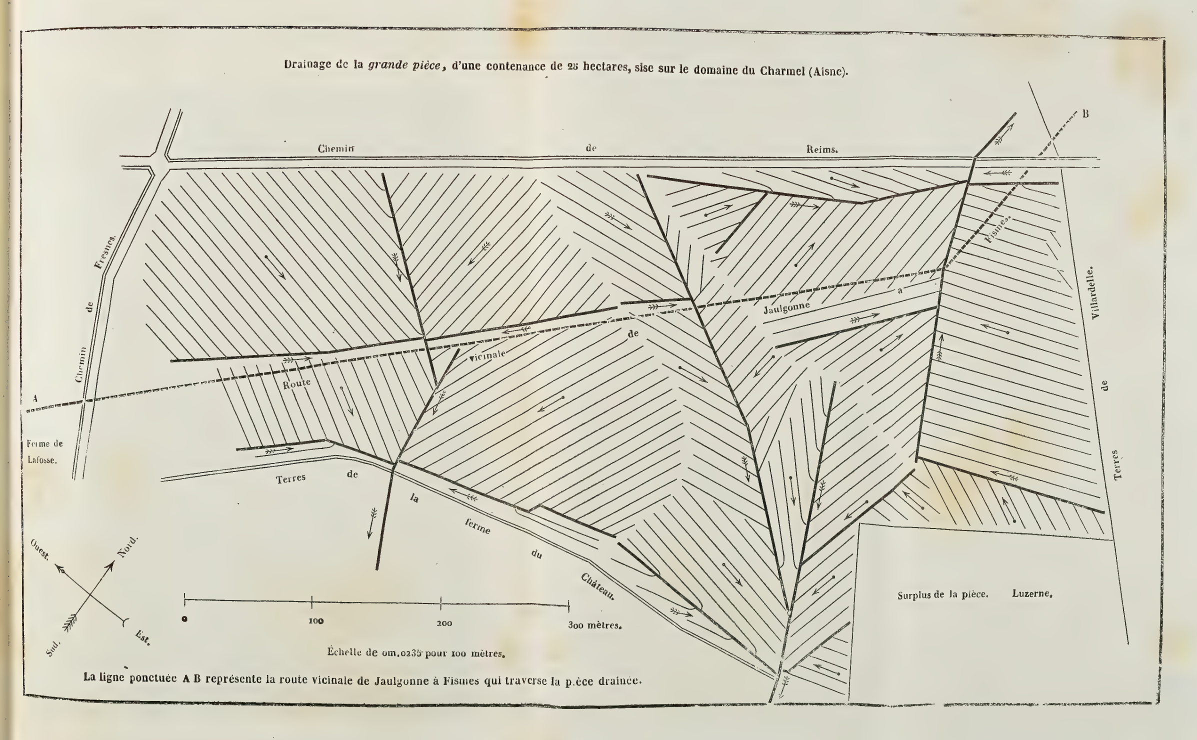
Les pentes adoptées sont les suivantes :

	m.			m.	
Sur ABC =	154	mètres	....	0.00357	par mètre.
DEF =	155	—	....	0.00529	—
GHI =	161	—	....	0.00478	—
NB =	140	—	....	0.00300	—
BE =	106	—	....	0 00970	—
EH =	100	—	....	0.01100	—
CFI =	220	—	....	0.00809	—

La planche VI ci-jointe représente un drainage plus compliqué encore que les précédents; c'est celui d'une pièce de terre, d'une contenance de 25 hectares, sise sur le domaine du Charmel, appartenant à M. de Rougé. Cette pièce a exigé 18,300 mètres linéaires de petits drains, et 2,500 mètres de drains collecteurs, soit en tout 20,800 mètres de drains.

§ 7. — *Exemples de drainages avec regards.*

Il est important de pouvoir vérifier si l'écoulement des eaux du drainage s'effectue normalement; les draineurs, dans ce but, placent les regards à la jonction des drains



La ligne ponctuée A B représente la route vicinale de Jaulgonne à Fismes qui traverse la pièce drainée.

collecteurs. C'est cette disposition qui a été adoptée dans la figure 263, qui représente le plan de l'une des pièces

Échelle de $0^{m},00025$ pour 1 mètre.

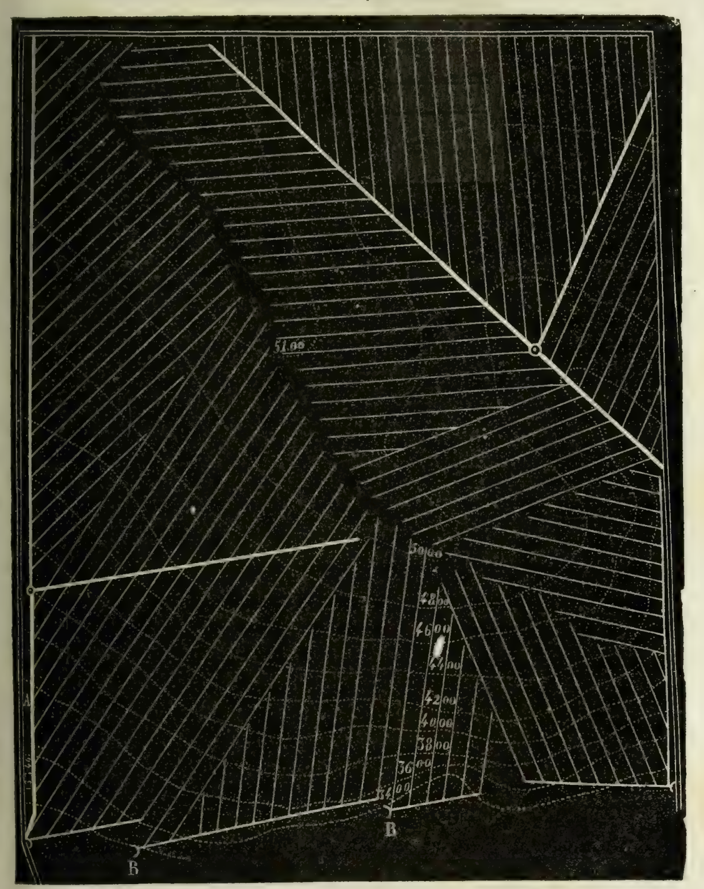


Fig. 263. — Drainage d'une pièce de terre de la ferme de Crèvecœur (Nord), d'une contenance de 14.34 hectares.

de terre de la ferme de Crèvecœur, département du Nord.

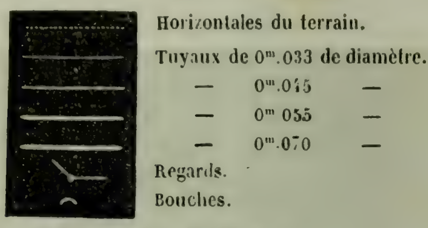


Fig. 264. — Légende du drainage de la pièce de terre de la ferme de Crèvecœur (fig. 261).

La figure 264 explique la légende de ce drainage, c'est-à-dire indique les grandeurs respectives des différents tuyaux employés. La disposition accidentée du terrain, parfaitement mise en évidence par les courbes horizontales de même niveau, explique la disposition un peu compliquée du réseau d'assainissement adoptée par l'ingénieur, M. Mangon. Chaque courbe horizontale a, sur la figure, sa hauteur marquée par rapport à un plan horizontal fictif. Les courbes sont verticalement distantes de 2 mètres. En bas de la pièce BB se trouve une prairie marécageuse dans laquelle se trouvent placées les bouches de décharge.

La figure 265 présente également des regards K placés à l'intersection de divers drains collecteurs, afin de rendre facile la surveillance de l'écoulement des eaux. Cette pièce de terre, dite la Pointe de Mongeron, appartient à la propriété de M. Christofle, à Brunoy. Elle est d'une contenance totale de 11h.46. En A se trouve la décharge générale de la partie triangulaire, et en B la décharge générale de la partie rectangulaire. D et E sont d'anciens fossés qui ont été garnis de tuyaux, et ensuite comblés; ils servent de sous-collecteurs, et vont rejoindre la décharge B, qui existait antérieurement au drainage. Deux

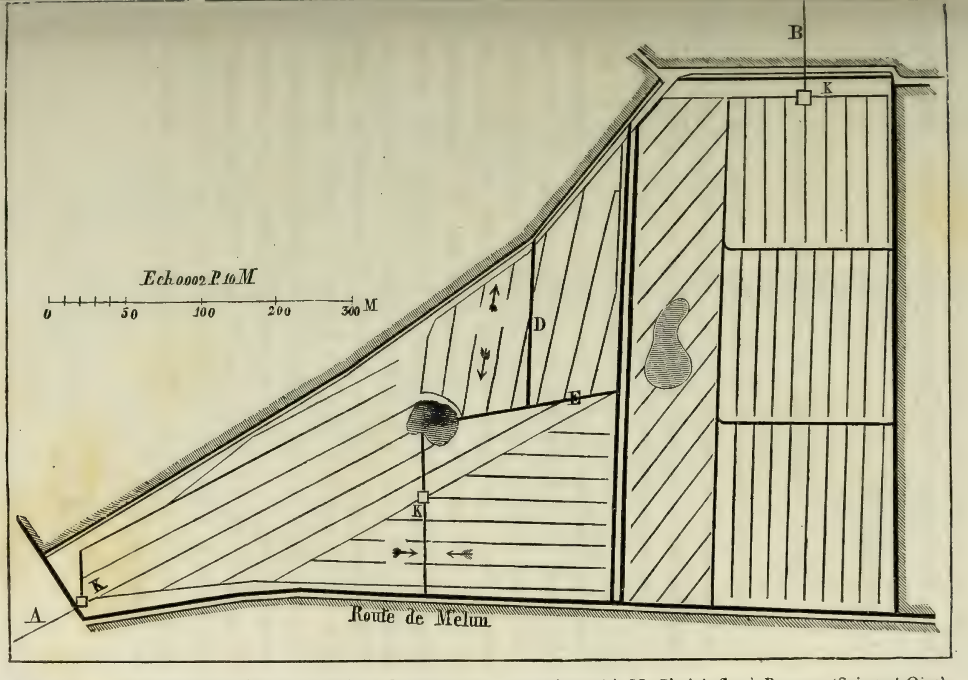


Fig. 265. — Pièce de terre dite de la Pointe de Mongeron, appartenant à M. Christofle, à Brunoy (Seine-et-Oise).

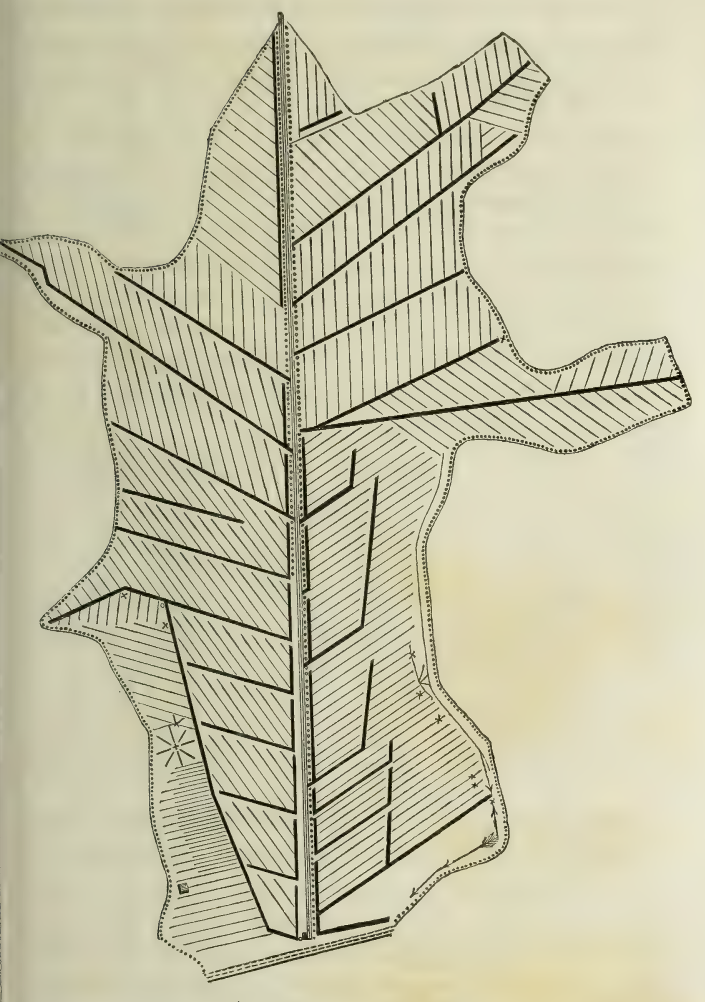
mares que montre le dessin attestent l'humidité de ce terrain, dont nous dirons la nature dans le livre VIII de ce traité, en examinant la question du drainage sous le point de vue financier.

§ 8. — *Exemple de drainages verticaux.*

Quand un terrain est très-bourbeux, rempli de sources qui viennent des terrains voisins, on est obligé d'employer quelquefois des procédés particuliers pour se débarrasser des eaux remontantes. M. Mangon s'est servi avec succès de trous verticaux pour abaisser le plan des eaux de dessous dans le drainage de l'étang de Chevrier (département du Cher). Le terrain (fig. 266), d'une surface de 60 hectares, est presque horizontal. La pente d'une grande partie des drains n'excède pas $0^{m}.002$ par mètre, et encore elle n'a pu être obtenue qu'en augmentant progressivement leur profondeur de l'origine à l'extrémité. Les points marqués de croix + ont en outre reçu des drainages verticaux dont nous verrons plus loin la construction. Quant aux eaux recueillies par les lignes de drains, elles sont amenées dans le canal principal de décharge qui traverse toute la pièce sur une longueur de 1,200 mètres environ. Pour défendre les drains contre les racines des peupliers qui bordent l'ancienne digue de l'étang, on a dû faire en outre des tranchées de défense marquées sur le dessin par des lignes ponctuées.

§ 9. — *Cas de contre-pentes.*

Lorsqu'une pièce de terre présente des contre-pentes, une espèce de relèvement du terrain, il faut employer quelques dispositions que montre la figure 267. En A, on



Échelle de $0^{m}.0001$ pour 1 mètre.

Fig. 266. — Drainage de l'étang de Chévrier.

a recoupé les petits drains par deux drains collecteurs venant se rejeter en B dans le collecteur CF, qui aboutit en F dans la décharge générale. La figure 268, qui donne le profil de cette décharge EF dans le sens de sa longueur, montre que, pour avoir une pente régulière de 0m.00158 par mètre dans cette décharge, on a dû approfondir irrégulièrement la tranchée. Il est du reste facile de trouver les profondeurs à chaque cote de nivellement en multipliant la pente demandée par l'écartement des cotes; on ajoute le résultat obtenu à la différence de hauteur de chaque point par la ligne horizontale passant par la tête du drain. C'est ce que l'on verra en rapprochant le tableau ci-dessous de la figure 268; les cotes sont distantes de 30 mètres les unes des autres :

Numéros des cotes.	Valeurs des cotes. m.	Profondeurs de la tranchée pour avoir une pente régulière. m.
1	2.800	1.000
2	2.841	1.088
3	2.683	0.977
4	2.965	1.307
5	3.046	1.429
6	3.008	1.445
7	3.150	1.634
8	3.390	1.922
9	3.452	2.031
10	3.275	1.902
11	3.016	1.690
12	2.708	1.429
13	2.400	1.169

Cette décharge EF reçoit d'abord de chaque côté (fig. 267) les petits drains collecteurs, au nombre de 10 et de 11 ; ces drains ne débouchent pas au même point. Plus loin, les deux versants déversent la plus grande partie de leurs eaux dans les collecteurs CF et DF. La partie ICFE est d'une contenance de 2h.81, l'autre partie HGFE a une étendue de 10h.61.

§ 10. — *Remplacement des fossés par le drainage.*

La planche VII donne le meilleur exemple que nous puissions choisir d'un drainage effectué pour remplacer

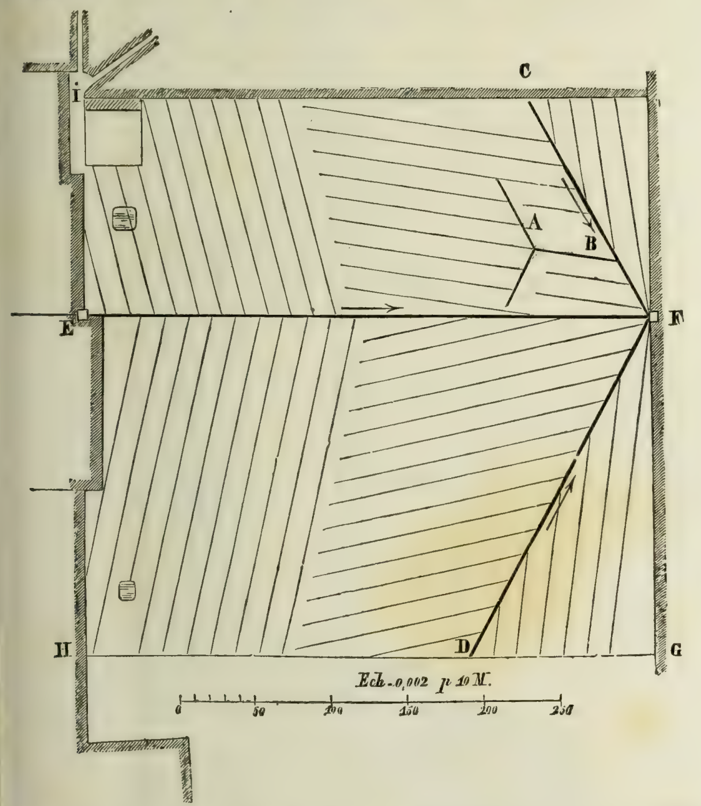


Fig. 267. — Drainage de la pièce de la Bergerie, sise à Brunoy, sur la propriété de M. Christofle.

les anciens fossés qui, dans certains pays très-humides,

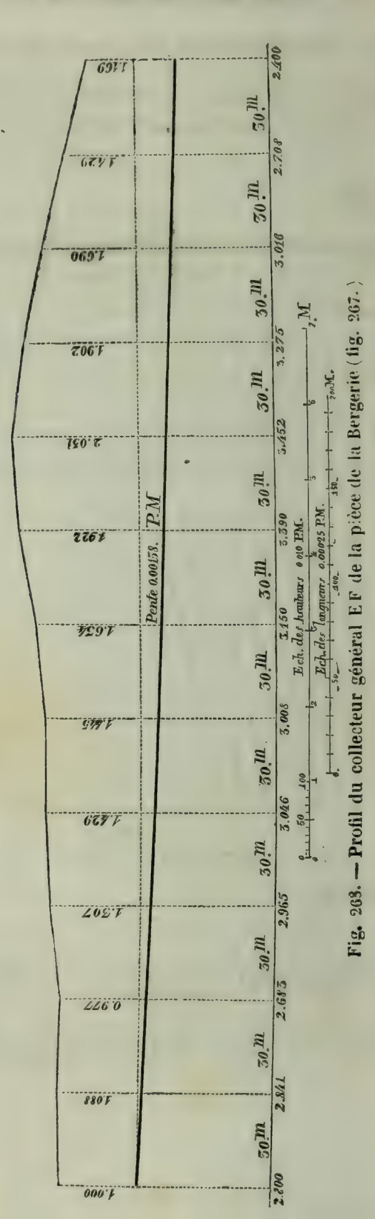
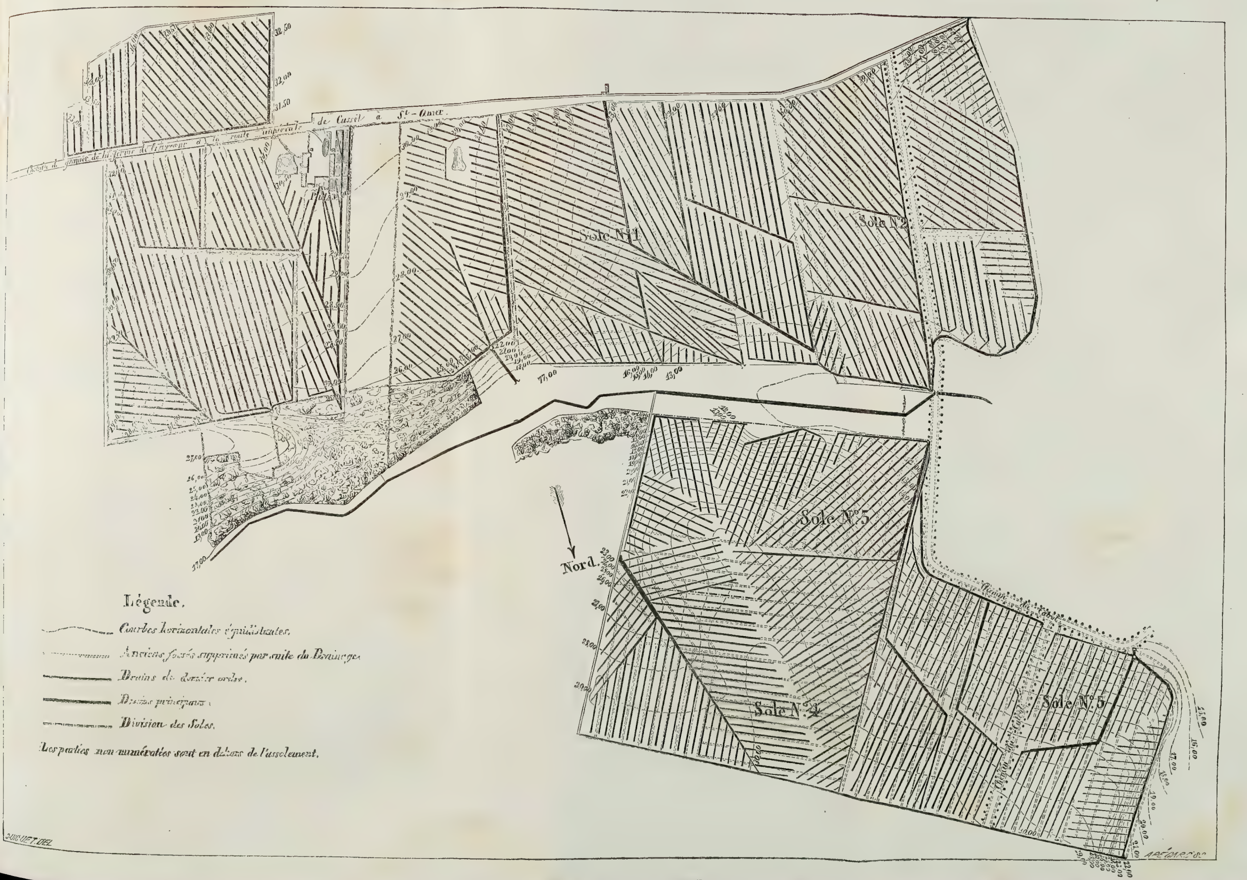


Fig. 263. — Profil du collecteur général E F de la pièce de la Bergerie (fig. 267.)



Drainage de la ferme de Crèvecœur (Pas de-Calais).

mais bien cultivés, témoignent, par leur nombre et par la gêne qu'ils imposent aux cultivateurs, de la nécessité de l'amélioration à la description de laquelle cet ouvrage est consacré.

Cette planche représente la ferme de Crèvecœur (Nord), appartenant à la Compagnie générale agricole de Drainage et d'Irrigation qu'avait fondée M. L. de Liron d'Airolles. Le sol de cette ferme, d'une contenance de 64 hectares, est formé d'une glaise compacte. Les drains ont été espacés de 10 mètres, et placés à une profondeur moyenne de $1^{m}.20$. Le lecteur peut voir quelles dispositions ont dû être prises pour assurer constamment l'écoulement des eaux dans le sens de la plus grande pente, parfaitement indiquée par les lignes horizontales espacées verticalement de mètre en mètre, et rapportées à un plan général supposé à 10 mètres au-dessous du point le plus bas.

CHAPITRE IX

Rédaction d'un projet de drainage

Nous avons vu que, lorsqu'on a trouvé, à l'aide des procédés de nivellement, la direction des diverses pentes que présente un terrain qu'on veut améliorer par le drainage, il y a encore quelques renseignements à prendre expérimentalement. On doit ouvrir dans le champ quelques tranchées et trous d'essai, poussés à des profondeurs successivement croissantes, et on doit les étudier attentivement pendant quelque temps, pour se rendre compte de la stratification du sol, de la manière dont l'eau s'accumule dans chaque partie, etc. Il est bon, dans plusieurs circonstances, de pousser l'approfondissement de ces tranchées

jusqu'à 3 mètres environ, pour voir si le sous-sol est entièrement saturé d'eau; s'il est complétement imperméable; si on n'atteint pas, à une profondeur de 1m.50 à 1m.80, une couche poreuse; si des eaux ne coulent pas dans une certaine couche du sol, etc. Tous les éléments ainsi recueillis, avec ceux que l'on peut se procurer sur la pluviométrie de la contrée, sont nécessaires pour fixer la profondeur à laquelle on placera les tuyaux, l'écartement et la direction que l'on donnera aux lignes de drains.

Lorsque nous nous occuperons de la théorie du drainage, nous discuterons les motifs qui peuvent être mis en avant pour faire admettre telle ou telle profondeur, tel ou tel écartement, telle ou telle direction.

Nous examinerons aussi quel rapport doit exister entre les diamètres des drains collecteurs et ceux des drains sous-principaux ou ordinaires, en prenant en considération l'étendue et la nature du terrain drainé. Pour le moment, nous ne nous occupons que des indications purement pratiques.

§ 1. — *Profondeur, écartement, direction des drains.*

Les tuyaux ne doivent jamais être placés à une profondeur moindre que 0m.80; en général, la profondeur doit être de 1m.10 à 1m.30; mais, dans des cas exceptionnels, elle peut descendre jusqu'à 1m.50 et même 1m.80. Pour l'écartement des drains ordinaires, il peut varier suivant la nature du terrain, et en raison inverse de la profondeur, depuis 5 jusqu'à 20 mètres.

La direction des drains doit en général se rapprocher de la perpendiculaire aux lignes horizontales. On doit établir autant de systèmes particuliers que ces lignes attestent de courbures distinctes. Les drains collecteurs sont

placés le long des thalwegs des vallées, et reçoivent les petits drains obliquement sous un angle aigu, ou tout au plus sous un angle voisin d'un angle droit; jamais un drain ne doit déboucher sous un angle obtus dans celui qui doit recevoir ses eaux.

Lorsqu'on ne peut pas ainsi conduire obliquement tout un petit drain vers le collecteur, on lui donne à son extrémité une légère courbure sur une longueur de 1 mètre ou de 2 mètres avant sa jonction avec le tuyau principal.

En général, les drains ordinaires ou collecteurs doivent être rectilignes, parce que les obstructions et les dérangements se produisent plus souvent dans les coudes. Lorsqu'on ne peut, ce qui arrive souvent pour les collecteurs, suivre la ligne droite, on ne doit employer que des courbes d'un rayon minimum de 5 à 6 mètres, ou bien on fait raccorder deux lignes droites sous un angle quelconque à l'aide d'un regard.

§ 2. — *Diamètre des tuyaux.*

Les drains de dernier ordre, ou les plus petits, ne doivent pas avoir moins de $0^{m}.030$ à $0^{m}.035$ de diamètre. Les collecteurs de premier ordre, qui reçoivent les eaux des petits drains, sont faits avec des tuyaux de $0^{m}.040$ de diamètre intérieur; nous désapprouvons l'emploi que font quelques draineurs de tuyaux ayant seulement $0^{m}.025$ de calibre. Viennent ensuite les collecteurs de deuxième ordre, recevant les eaux des collecteurs de premier ordre; on y place des tuyaux de $0^{m}.050$ à $0^{m}.060$ de diamètre. Des tuyaux de $0^{m}.06$ garnissent les collecteurs de troisième ordre, qui reçoivent les eaux des drains de deuxième ordre, et ainsi de suite. Toutefois, on doit concevoir que les diamètres des collecteurs devront être d'autant plus grands

qu'ils serviront de décharge à un plus grand nombre de drains d'un ordre inférieur.

Nous avons vu précédemment (liv. IV, chap. LXXX, t. I, p. 426) que, d'après le résultat de la pratique, M. Lauret (de la Chapelle-Gauthier) emploie :

70 tuyaux de	$0^m.035$	de diamètre	intérieur,
20	—	$0^m.045$	—	—
6	—	$0^m.060$	—	—
4	—	$0^m.075$	—	—

M. Jacquemart a employé pour sa grande opération de drainage (1) :

	86 tuyaux de		$0^m.035$	de diamètre	intérieur,
contre	10	—	$0^m.055$	—	—
et	4	—	$0^m.080$	—	—

En général, on admet en pratique qu'il faut un drain principal de $0^m.040$ à $0^m.060$ de diamètre pour un drainage pratiqué sur une étendue de 2 à 4 hectares.

§ 3. — *Longueur des drains par hectare.*

Récapitulons les exemples que nous avons choisis, savoir : celui de la fig. 261 (p. 90), ceux des fig. *a* et *b* de la planche V (p. 92), celui de la planche VI (p. 98), et enfin celui de la fig. 262 (p. 97), pour lesquels nous sommes entré dans le détail exact des longueurs des différentes sortes de drains. Nous trouverons ainsi les résultats suivants :

Désignation des pièces drainées.		Contenance des pièces. Hectares.	Longueur des drains collecteurs. Mètres.	Longueur des drains ordinaires. Mètres.	Longueur totale des drains. Mètres.
Fig. 261		5.93	487.0	3,891.4	4,378.4
Planche V.	Fig. *a*.	17.50	2,606.2	9,296.8	11,903.0
	Fig. *b*.	7.26	434.0	4,158.0	4,592.0
Planche VI		25.00	2,500.0	18,300.0	20,800.0
Fig. 262		5.66	832.5	4,403.0	5,235.5
Totaux		61.35	6,859.7	40,049.2	46,908.[illegible]

(1) Voyez précédemment p. 75.

Désignation des pièces drainées.		Écartement moyen des drains. Mètres.	Longueur totale des drains par hectare. Mètres.	Longueur des drains collecteurs par hectare. Mètres.	Rapport des drains collecteurs aux longueurs totales des drains. pour 100.
Fig. 261		13	738	82	11.1
Planche V	Fig. *a*..	15	686	149	21.7
	Fig. *b*..	15	635	60	9.4
Planche VI		10	832	100	12.0
Fig. 262		12	828	147	17.8
Rapport moyen des longueurs totales de drains représentées par 100 à la longueur des collecteurs.					16.9

Ce nombre moyen est un peu supérieur au rapport trouvé par M. Jacquemart.

Nous rapprocherons maintenant les nombres que fournissent les exemples que nos lecteurs ont sous les yeux de la table suivante, qu'on a construite pour faciliter les calculs des avant-projets, et pour faire connaître la longueur totale des drains et le nombre des tuyaux de différentes longueurs nécessaires en moyenne au drainage d'un hectare. On verra que les résultats de cette table ne sont qu'une approximation qui, en certains cas, notamment pour les surfaces irrégulières ou peu étendues, peut s'écarter notablement de la vérité. Les projets ne pourront donc être définitifs qu'autant qu'on aura calculé directement les longueurs de tous les drains.

Intervalles entre les drains.	Longueur totale des drains par hectare.	Nombre correspondant de tuyaux d'une longueur			
Mètres.	Mètres.	de $0^{m}.30$	de $0^{m}.33$	de $0^{m}.36$	de $0^{m}.40$
5	2,000	6,667	6,000	5,556	5,000
6	1,667	5,556	5,001	4,742	4,167
7	1,429	4,763	4,287	3,970	3,572
8	1,250	4,166	3,750	3,472	3,125
9	1,111	3,703	3,333	3,086	2,777
10	1,000	3,333	3,000	2,778	2,500
11	909	3,030	2,727	2,525	2,272
12	833	2,776	2,499	2,314	2,082

Intervalles entre les drains.	Longueur totale des drains par hectare.	Nombre correspondant de tuyaux d'une longueur			
Mètres.	Mètres.	de 0m.30	de 0m.33	de 0m.36	de 0m.40
13	769	2,893	2,307	2,136	1,922
14	714	2,716	2,142	1,983	1,785
15	667	2,223	2,001	1,853	1,667
16	625	2,083	1,875	1,736	1,562
17	588	1,960	1,764	1,632	1,470
18	556	1,853	1,668	1,544	1,390
19	526	1,753	1,578	1,461	1,315
20	500	1,666	1,500	1,389	1,250

Cette table, quoiqu'elle ne soit qu'une approximation, peut servir à calculer le prix de revient de l'ouverture des tranchées, de l'achat et de la pose des tuyaux, et du remplissage par hectare.

§ 4. — *Pente des drains.*

Dans la pratique, on peut admettre qu'une pente de 0m.003 par mètre est convenable, et que les longueurs d'un seul drain ne doivent jamais s'élever au delà de :

300	mètres pour des tuyaux de	0m.030	de diamètre intérieur.
600	—	0 . 045	—
1,200	—	0 . 060	—
1,900	—	0 . 075	—

La poterie, exerçant peu de résistance à l'écoulement de l'eau, permet d'adopter comme minimum extrême 1 millimètre par mètre, et comme moyenne une pente de 3 millimètres; avec d'autres natures de tuyaux, il faudrait une pente moyenne de 6 millimètres. Quand les lignes de drains ont une grande longueur, il est bon d'augmenter la pente dans les parties basses, de la porter à 4, 5, 6 et même 7 millimètres par mètre, successivement. Cependant il faut éviter une pente qui donnerait une vitesse

tellement accélérée qu'elle détériorerait le conduit. Lorsque la déclivité naturelle du terrain est telle que les pentes exagérées se présentent d'elles-mêmes, on doit les éviter en partageant la ligne en plusieurs tronçons séparés par une chute brusque, qu'on obtient facilement en terminant le tronçon supérieur par un tuyau courbé à 45°, dont la branche courbe mène les eaux dans le tronçon inférieur. On peut aussi faire, aux points de raccordement des tronçons, des puisards, remplis de pierres cassées, pour les petits drains, ou construits en briques posées à redans les unes sur les autres et formant escalier, pour les gros drains. Le tronçon supérieur communique avec le haut, et le tronçon inférieur avec le bas de ces puisards.

§ 5. — *Rapport entre l'écartement et la profondeur des drains.*

On peut admettre en principe que les profondeurs doivent être d'autant plus grandes que les drains sont plus écartés, à peu près dans les rapports suivants :

Profondeurs minima.	Écartement des lignes de drains.	Longueurs totales moyennes des drains à l'hectare.
Mètres.	Mètres.	Mètres.
0.90	10	1,000
1.00	11	900
1.15	13	770
1.30	15	680
1.40	20	495

L'écartement le plus convenable des lignes de drains dépend principalement de la nature des terrains. A cet égard, on n'a pas beaucoup d'expériences spéciales. Cependant la largeur habituelle des planches du labour, dans les pays où on cultive en billons, ce qui est un caractère indiquant le besoin du drainage, peut donner d'excellents

renseignements. On doit s'arranger de manière à ce que l'écartement des drains soit égal à un nombre exact de fois la largeur des billons, afin de profiter, pour ouvrir les tranchées, des dépressions du terrain. Dans les terres bien drainées, on abandonne ensuite le labour en planches pour le labour à plat. Plus les terres ont besoin du drainage, plus la pratique a indiqué la nécessité des billons étroits, de sorte qu'on peut trouver, dans les largeurs des billons de quelques pays, des nombres proportionnels aux écartements des drains dans des terrains analogues. A ce point de vue, la table que nous allons donner, dressée par M. Spooner, mérite une attention spéciale. En admettant qu'on pose un drain dans chaque sillon, ou dans chaque deuxième sillon, ou dans chaque troisième sillon, on a une idée des rapports que doivent avoir les écartements de lignes des drains, suivant qu'on a affaire aux terres suivantes :

Nature des terres.	Nombre de tours de la charrue pour chaque billon.	Largeur des billons. Mètres.	Écartement des lignes de drains. Mètres.
Argile tenace et homogène..........	5	2.28	4.56
Terres franches argileuses, avec bancs de sable interposés................	11	5.03	10.06
Sols calcaires avec argiles plus légères et un mélange fréquent de sable et de gravier........................	14	6.40	12.80
Argiles semblables aux précédentes, avec rognons sableux et fréquentes intermittences de gravier................	16	7.31	14.62
Argile très-légère et sableuse.........	20	9.14	18.28
Terres graveleuses.................	22	10.06	20.12
Sols poreux, calcaires et sableux.....	24	11.07	22.14

Le lecteur devra, du reste, se souvenir que le sous-sol joue un rôle considérable dans les effets du drainage, et que sa nature détermine souvent la profondeur des tranchées, indépendamment de toute autre considération. D'un

autre côté, il ne doit pas non plus oublier que, pour une profondeur donnée, il n'y a que l'expérience directe qui puisse bien fixer l'écartement dans l'état actuel de nos connaissances.

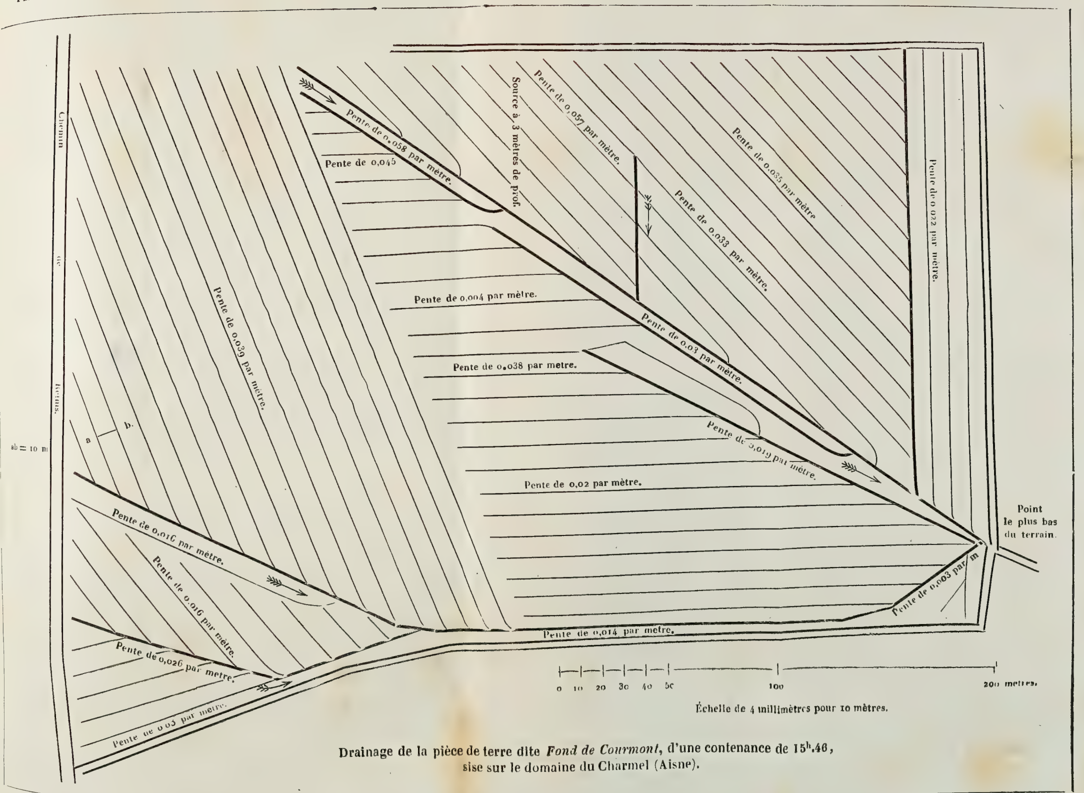
Nous admettons que les drains d'un même système seront en général parallèles entre eux, c'est-à-dire également écartés dans toute leur étendue : c'est ce que l'on doit faire presque toujours. Cependant, dans des terrains beaucoup plus humides en bas qu'en haut, on peut disposer les drains en éventail, les écarter davantage à la partie supérieure du champ et les rapprocher vers la partie inférieure.

§ 6. — *Raccordement des drains.*

Les petits drains ne doivent jamais aboutir dans un fossé ouvert. Les mauvaises herbes, en effet, des plantes aquatiques, des débris de toutes sortes s'amassent dans ces fossés, et on aurait fortement à craindre de voir se boucher les ouvertures des drains, surtout dans le cas où la pente ne serait pas très-considérable. Au contraire, quand on fait aboutir un grand nombre de petits drains dans un grand drain collecteur ou principal couvert, le courant de l'eau, à l'embouchure de ce dernier dans une décharge, est assez rapide pour repousser et surmonter les obstacles, si par négligence on les a laissés s'accumuler. Il est aussi plus commode pour le cultivateur d'un domaine de surveiller les embouchures de quelques tranchées principales que d'examiner de temps en temps un nombre considérable de petits drains. D'un autre côté, on a moins à craindre l'obstruction des tuyaux plus larges par les racines des arbres ou des haies, puisque les seuls tuyaux larges des drains principaux aboutiront ainsi dans les fossés qui terminent les hé-

ritages, et où se trouvent les plantations nuisibles au drainage. On pourra aussi se préserver plus facilement des animaux souterrains, dont il y a à craindre le séjour dans les tuyaux, qu'ils finiraient par boucher. En général, les petits drains doivent tomber dans un drain collecteur à une distance de 6 à 7 mètres des haies, pour que les eaux soient de là conduites vers le point d'écoulement général. On doit mettre des drains sous-principaux dans toutes les parties creuses du terrain, et on doit compter en moyenne qu'il faut un drain collecteur principal pour recevoir les eaux d'une surface de 2 hectares, une trop grande accumulation d'eau pouvant entraîner des inconvénients.

Les tranchées principales doivent être de 7 à 8 centimètres plus profondes que les petites, de façon qu'elles puissent s'y égoutter sans y entraîner des dépôts de sable ou d'autres matières. Les petites doivent entrer dans les grandes obliquement par rapport à ces dernières, l'angle aigu étant dirigé du côté de l'amont. Ainsi que nous l'avons déjà dit, si les petites tranchées étaient perpendiculaires au drain collecteur, il faudrait courber leurs extrémités de manière à les faire arriver sous un angle d'environ 45°. Quand les petits drains doivent déboucher des deux côtés dans un drain collecteur, il ne faut pas que ce soit exactement en face l'un de l'autre, mais bien à une certaine distance; l'écoulement de l'eau dans les drains principaux pourrait être entravé si l'on n'y prenait garde. La planche VIII représente un plan de drainage dans lequel ces conditions ont été assez bien remplies : c'est celui d'une pièce de terre, d'une contenance de 16 hectares, dite *fond de Courmont*, sise sur le domaine du Charmel (Aisne), appartenant à M. de Rougé. Ce drainage a été effectué par des ouvriers anglais. La pièce est située sur le versant



Drainage de la pièce de terre dite *Fond de Courmont*, d'une contenance de 15h.46, sise sur le domaine du Charmel (Aisne).

d'un monticule ; son sol est argileux et repose sur un sous-sol de glaise dans certaines parties, et dans d'autres parties sur une marne glaiseuse et grasse, nommée dans le pays *limon froid, compacte et glaiseux.* Le terrain est assez accidenté, et on voit comment toutes les eaux sont amenées vers le point le plus bas. L'existence d'une source souterraine, à 3 mètres de profondeur, a forcé à recouper dans le haut de la pièce les drains ordinaires par un drain sous-principal versant dans un grand drain collecteur. M. Parkes, le célèbre ingénieur draineur anglais, a tracé ce drainage. Après une inspection du terrain, il a établi, au point le plus bas où viennent aboutir les pentes de la pièce, un grand récipient formé par des tuyaux de $0^m.125$ de diamètre; puis il a tracé trois grands drains remontant le long de la pente vers la partie la plus élevée. Ces trois drains presque parallèles reçoivent, soit directement, soit par des drains sous-principaux : celui de droite, les eaux de la pente de droite ; celui de gauche, les eaux de la pente de gauche ; celui du milieu, les eaux de la partie la plus élevée. Latéralement, un drain principal va recueillir les eaux d'une partie de la pièce située sur une sorte de contre-pente.

§ 7. — *Drains de ceinture, puisards, bouches, regards.*

Dans le cas où un champ qu'on doit drainer reçoit des eaux provenant d'infiltrations supérieures, il faut creuser des drains de ceinture placés surtout dans les parties hautes des pièces. Les drains doivent communiquer au moins tous les 30 ou 40 mètres avec des drains dirigés suivant la plus grande pente du terrain. Il peut être très-avantageux de mettre une cheminée débouchant dans l'air à la partie la plus élevée de ce drain. Le projet de drainage

doit s'expliquer sur les meilleures dispositions à prendre pour ces travaux accessoires, qui jouent un rôle important dans les effets du drainage.

L'écoulement des eaux à la partie inférieure des pièces drainées ne doit pas moins appeler l'attention. Il faut savoir comment les eaux s'en iront de la propriété, si elles ne gêneront pas les terres voisines, s'il ne faudra pas avoir recours à des puisards, à des aqueducs souterrains, etc. L'emplacement des bouches de déversement, la garniture dont elles doivent être munies pour empêcher les obstructions, la position des regards d'observation et celle des regards d'aération et de dépôt des incrustations, seront indiqués avec soin et entreront dans le devis de l'entreprise.

Enfin le levé du plan des parcelles drainées, avec les indications les plus exactes sur les positions de tous les travaux qui seront effectués, devra être considéré comme une obligation pour tout draineur consciencieux qui tient à cœur de permettre une surveillance effective des résultats de l'opération. Un propriétaire soucieux de la conservation de son bien devra également exiger rigoureusement l'exécution de cette clause.

§ 8. — *Instructions anglaises pour les draineurs.*

En Angleterre et en Irlande, la rédaction des projets de travaux de drainage, pour lesquels on demande les prêts de l'État ou l'aide des sociétés de drainage, est soumise aux obligations suivantes, que l'on trouve dans les instructions dressées par le bureau général des travaux publics :

a. La direction générale des drains proposés sera indiquée par des lignes rouges, les faîtes par des lignes ponctuées, et le sens de la pente par des flèches. On fera connaître les dimensions, la forme et

les pentes des diverses classes de drains, l'écartement des drains secondaires, la largeur totale de chaque espèce de conduits, leur mode de construction, les matériaux à employer, les dimensions des fossés et leur mode d'établissement.

b. On fera connaître, dans un rapport concis, la nature du sol et du sous-sol, sa topographie générale, les difficultés particulières ou les facilités spéciales qu'il présente pour l'exécution des travaux, l'écartement et le mode de construction des drains; en un mot toutes les circonstances d'un véritable intérêt.

c. On n'entreprendra aucun drainage avant de s'être assuré, d'une manière positive, que le niveau des plus hautes eaux du canal de décharge est assez bas pour ne point gêner l'écoulement dans les drains venant des points les moins élevés de la terre à drainer.

Lorsqu'on aura un écoulement suffisant, on ne fera point de canaux de décharge de moins de $1^{m}.52$ de profondeur. Une plus grande profondeur est toujours désirable pour assurer un drainage permanent et s'opposer en même temps au passage des bestiaux.

L'expérience ayant montré que, dans toutes les natures de terrains, les drains de $1^{m}.22$ à $1^{m}.50$ sont plus efficaces que ceux d'une moindre profondeur, on admettra toujours cette dimension, quand les canaux de décharge le permettront, et même quand on pourra, par une dépense raisonnable, pousser ceux-ci à la profondeur voulue. L'écartement des drains varie nécessairement avec la nature du sol. On peut admettre, comme règle assez générale, une distance de $12^{m}.00$ entre chaque ligne.

d. Les *fossés de décharge* auront la profondeur nécessaire pour satisfaire aux prescriptions relatives aux drains couverts, dont ils auront à recevoir les eaux. Leur largeur au fond, leurs talus et leur pente seront réglés selon les besoins. On supprimera les angles aigus, les pierres isolées et tous les obstacles au libre écoulement des eaux.

Les terres enlevées en ouvrant ou en creusant les fossés, et qui ne pourront point servir à remplir des puits ou d'anciens canaux abandonnés, seront relevées à une certaine distance du bord et régalées avec soin.

Les abords des ponts d'un débouché suffisant seront, au besoin, soigneusement réparés. On n'hésitera point à détruire, pour les reconstruire dans de plus convenables dimensions, les ponts dont le débouché serait reconnu insuffisant.

e. Lorsque la nature des terres, l'étendue des districts ou la quantité d'eau à écouler rendront nécessaire l'établissement de

drains principaux couverts, on leur donnera des dimensions en rapport avec le volume d'eau à débiter. Les canaux devront être pavés ou dallés au fond ; leurs faces latérales seront en maçonnerie de pierre ou de brique, et la partie supérieure sera couverte en dalles, ou par une voûte.

f. Les *drains sous-principaux* auront des dimensions suffisantes ; leurs pentes seront aussi fortes que le permettra l'ensemble des drains et canaux principaux du pays ; enfin, on ne leur donnera pas de trop grandes longueurs, depuis leur origine jusqu'à leur point d'arrivée dans les canaux de décharge.

g. On donnera aux *petits drains* les dimensions et l'écartement nécessaires pour assurer la perfection du drainage. Ils seront tracés en lignes droites parallèles les unes aux autres et dirigés suivant la ligne de plus grande pente, à moins que la déclivité ne soit très-grande, et, dans ce cas, on se bornera à leur donner une direction qui suffise pour obtenir la pente voulue. En général, on donnera à chaque petit drain autant de pente que le permettra la disposition du système de drains principaux.

h. Dans le remplissage des *drains empierrés*, on veillera avec le plus grand soin à ce que le fond de la tranchée soit parfaitement propre, et à ce que les pierres soient bien purgées d'argile et de matières étrangères. On placera un gazon, l'herbe en dessous, ou une couche d'argile damée, sur le lit de pierres cassées ; puis on achèvera de remplir la tranchée, en réservant soigneusement la terre végétale pour la partie supérieure. Le remplissage de chaque drain doit toujours se faire en commençant par l'amont.

i. Dans la pose des *tuyaux en poterie*, on s'assurera qu'ils sont posés au fond de la tranchée, qu'ils ne pourront être dérangés par le remplissage, et qu'ils sont aussi bien rapprochés que possible à leurs extrémités.

j. L'épierrement sera fait à une profondeur qui permette le défoncement du sol. Les pierres seront rangées le long des fossés ou serviront à la construction des drains empierrés.

k. Dans les marais et les bruyères que le drainage seul ne pourrait améliorer complétement, on évaluera séparément les frais de dressement de la surface, d'écobuage ou du transport d'argile. Pour les terres à améliorer avec du sable ou de l'argile, on fera connaître le nombre de mètres cubes de ces amendements à employer par hectare.

On voit que les principes posés en Angleterre ne diffèrent pas de ceux que nous recommandons. Nous sommes

convaincu qu'en les lisant on comprendra la nécessité, en France, d'une législation spéciale, qui non-seulement permette l'écoulement des eaux d'un héritage supérieur sur un héritage inférieur, mais qui encore assure l'assainissement général du pays, l'approfondissement des grands canaux de décharge, l'élargissement des débouchés des ponts, etc.

§ 9. — *Des plans de drainage.*

Les détails techniques ou numériques dans lesquels nous venons d'entrer sont certainement fastidieux; mais il est indispensable qu'ils soient contenus dans tout projet de drainage, et nous avons dû les donner à titre de modèle à suivre. Des plans semblables au plan que représente la planche IX doivent toujours être dressés à l'avance par les ingénieurs ou les arpenteurs qui doivent diriger ou surveiller un drainage et être soumis à l'approbation du propriétaire ou au moins du fermier de la terre à drainer. C'est une condition essentielle pour qu'on puisse discuter et les prix de revient et les avantages ou les inconvénients du système proposé.

Un projet de drainage se compose souvent d'un plan d'ensemble et de plans parcellaires.

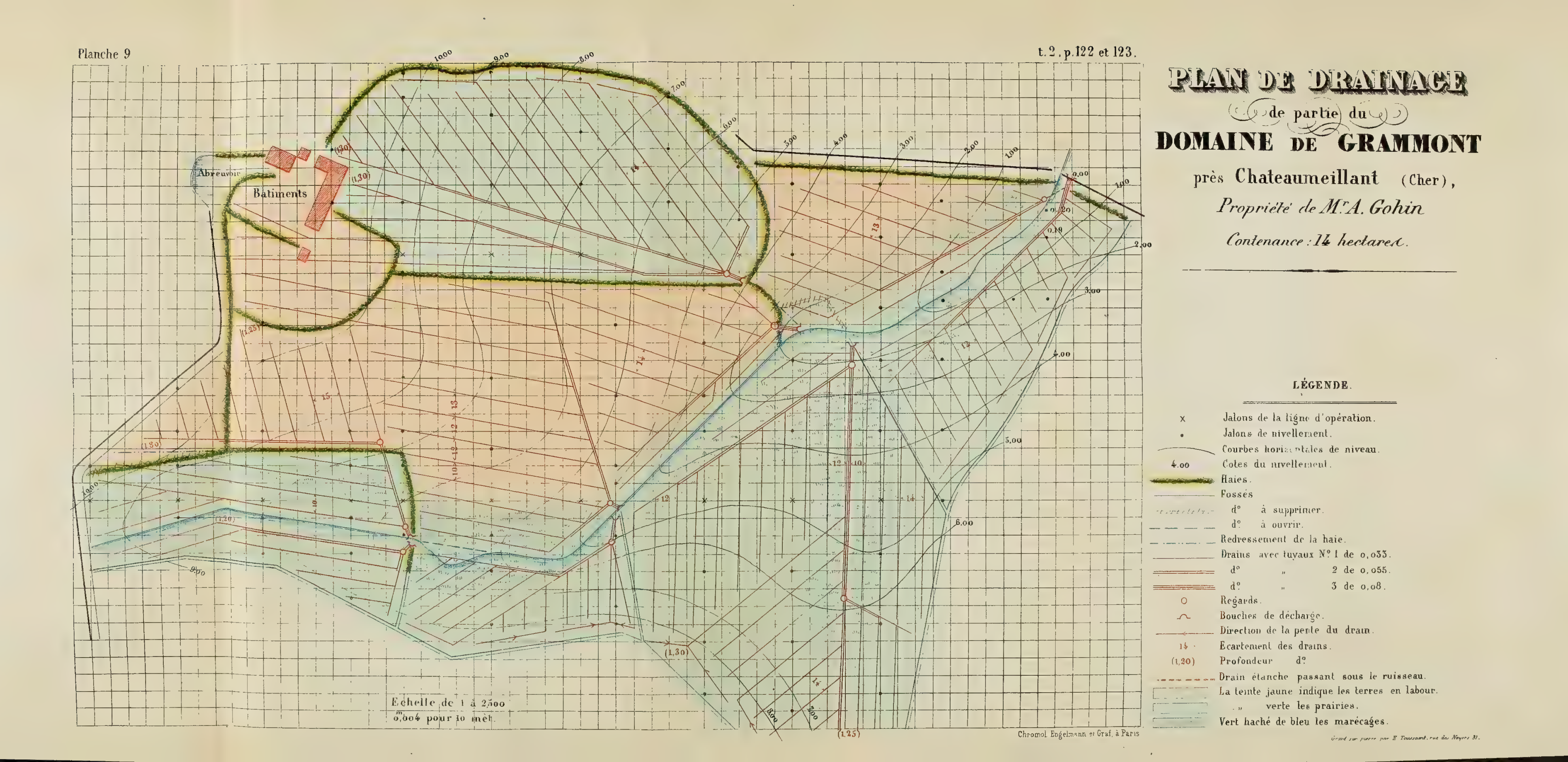
Un grand plan d'ensemble des propriétés à améliorer est indispensable quand elles ont une grande étendue, plus de 100 hectares. Ce plan est fait alors à l'échelle de 1 pour 10,000 ou de 1 pour 20,000, et même à une échelle moindre. On peut très bien l'effectuer sur une copie des plans d'assemblage du cadastre. Les drains y sont tracés par des traits avec des flèches pour indiquer leur direction, et les diverses parcelles y portent des numéros qui feront l'ojet de plans plus détaillés. Les courbes de niveau

avec leurs cotes doivent y être rapportées, afin que l'on puisse juger du système général de l'écoulement des eaux. La planche VII, que nous avons donnée précédemment (p. 106 et 107), indique les conditions à remplir pour le tracé d'un tel plan, qui doit contenir, au besoin, par des teintes conventionnelles, l'indication des diverses améliorations autres que le drainage, telles que irrigations, colmatages, défoncements, marnages, etc.

Les plans de drainage proprement dits seront exécutés sur du papier quadrillé, tel que celui que montre la planche IX. On trouve ce papier tout tracé chez les principaux papetiers, ainsi que nous l'avons dit précédemment (chap. V, p. 62). Souvent les carrés sont tracés à une distance de 10 millimètres pour 10 mètres, ce qui correspondra à l'échelle de 0.001 ou de 1 millimètre par mètre. Pour avoir des plans moins étendus, plus faciles à manier sur le terrain et cependant suffisants, on peut très-bien se contenter de quadrillages faits à une distance 5 millimètres pour 10 mètres. Au lieu d'acheter ce papier, on peut le tracer soi-même ; il est alors plus exact, parce qu'il n'a pas été soumis au retrait qui suit toute impression. On mène, pour cela, sur du papier ordinaire, avec de l'encre de Chine pâle, des parallèles que l'on coupe par des perpendiculaires également distantes. Chaque carré représente une surface de 100 mètres carrés, ou d'un are, ce qui est très-commode pour l'évaluation des surfaces.

Dans la planche IX, on a distancé les parallèles de $0^{m}.004$ seulement, afin de pouvoir renfermer dans le cadre des autres planches de cet ouvrage le plan colorié, revêtu de toutes les teintes conventionnelles, que nous donnons comme modèle à suivre. Ce plan a été dressé, sur notre demande, par M. Vianne.

Les limites, les bois, les chemins, etc., sont dessinés à


PLAN DE DRAINAGE
de partie du
DOMAINE DE GRAMMONT
près Chateaumeillant (Cher),
Propriété de Mr A. Gohin
Contenance : 14 hectares.
LÉGENDE.
Jalons de la ligne d'opération.
Jalons de nivellement.
Courbes horizontales de niveau.
Cotes du nivellement.
Haies.
Fossés
d° à supprimer.
d° à ouvrir.
Redressement de la haie.
Drains avec tuyaux N° 1 de 0,033.
d° 2 de 0,055.
d° 3 de 0,08.
Regards.
Bouches de décharge.
Direction de la pente du drain.
Écartement des drains.
Profondeur d°
Drain étanche passant sous le ruisseau.
La teinte jaune indique les terres en labour.
verte les prairies.
Vert haché de bleu les marécages.
Abreuvoir
Batiments
Echelle de 1 à 2500
0,004 pour 10 mèt.
Chromol. Engelmann et Graf, à Paris

l'encre de Chine. Les courbes de niveau sont tracées avec de l'encre de Chine pâle, et elles portent leurs cotes inscrites en noir aux deux extrémités; quelquefois on place encore ces cotes sur les milieux des longueurs des courbes, pour plus de clarté. Quand il y a lieu de marquer des cotes de points très-importants, on les écrit à côté de la position de ces points en les soulignant.

Les drains, les travaux accessoires de drainage et les écritures qui s'y rapportent, sont en rouge orangé, dit rouge de Saturne, en anglais *red lead*. Les drains formés par les plus petits tuyaux sont indiqués par un trait fin; ceux garnis de tuyaux de deuxième dimension, par deux traits; ceux ayant des tuyaux de troisième dimension, par trois traits, et ainsi de suite. Les profondeurs des tranchées sont inscrites entre parenthèses. Chaque fois que l'écartement vient à changer, on l'écrit entre les lignes.

Le plan contient en outre l'indication des regards, des bouches de décharge, des fossés à supprimer ou à ouvrir, etc. La teinte jaune indique les terres en labour; la verte, les prairies; le vert taché de bleu, les parties marécageuses; le bleu, les cours d'eau; le rose, les bâtiments. Les fossés sont marqués par des teintes bleues continues; les fossés à supprimer, par les mêmes traits bleus tachés de rouge; les fossés à ouvrir, par des traits bleus discontinus.

Le plan doit être dressé au moins en double expédition, dont un calque sur toile transparente est remis au directeur des travaux.

Les ouvrages accessoires doivent être dessinés à part, suivant quelques-uns des modèles que l'on trouvera dans ce livre.

Un devis estimatif et un rapport concis devront accompagner le plan. Le devis s'obtient facilement d'après le prix de la main-d'œuvre du pays, la longueur des drains à

ouvrir, la profondeur des tranchées, le prix des tuyaux et celui des autres matériaux dont on peut avoir besoin pour les travaux accessoires. Le rapport doit contenir un exposé des motifs du tracé proposé, motifs appuyés sur l'étude préalable du terrain. Les bénéfices probables de l'opération doivent pouvoir être conclus de la discussion du projet de l'ingénieur draineur.

CHAPITRE X

Saisons et soles convenables pour l'exécution des travaux de drainage

Deux motifs doivent déterminer le choix de l'époque de l'exécution des travaux de drainage : l'un est tiré de la possibilite de se procurer de la main-d'œuvre à des conditions non onéreuses; l'autre, de la nécessité de ne pas nuire à la rente que chaque année le sol doit donner. C'est évidemment dans l'intervalle qui s'écoule entre l'enlèvement d'une récolte et l'ensemencement de la suivante que les travaux de drainage pourront s'exécuter sur le sol libre; d'un autre côté, pendant l'hiver, les hommes ont moins d'ouvrage dans la culture des champs et les attelages sont moins occupés.

On comprend ainsi pourquoi l'automne et l'hiver sont principalemeut choisis pour le drainage; cependant il faut tenir compte, pour fixer l'époque des travaux, de la nature du terrain à drainer. Les sols marécageux, les terres molles et coulantes, celles qui renferment un grand nombre de sources temporaires, réclament une saison sèche. Les terres très-argileuses, très-plastiques, se coupent bien pendant les temps humides, pourvu toutefois que de fortes averses ne viennent pas inonder les fonds des tranchées. Les gelées rendent le travail très-difficile, et, d'un autre

côté, les dégels causent des éboulements qui nécessitent des travaux supplémentaires souvent très-coûteux.

L'automne est convenable pour le drainage sur les terres qui viennent d'être en céréales; c'est aussi une excellente saison pour le drainage des prés. Si un pré est marécageux et ne doit pas donner de regain, on peut le drainer en été, immédiatement après la coupe des foins.

La fin de l'été et le commencement de l'automne présentent des jours d'une longueur qui permet un travail plus productif, et en outre les charrois s'effectuent sans creuser des ornières profondes, et le transport des tuyaux est facile; mais, à cette époque, on nuirait aux semailles des champs qui viennent d'être en récoltes sarclées, et qui sont éminemment propres à recevoir du froment. Au commencement du printemps, il y a quelques semaines, fin mars et commencement d'avril, où les terrains dans lesquels on craint les éboulements peuvent être drainés avec avantage. Toutefois cette époque serait mal choisie, à moins que le travail ne doive être mené très-rapidement, pour le drainage des terres enherbées, parce que le pâturage et la récolte des foins pourraient être compromis. Pour les sols pierreux, qui exigent toujours beaucoup de temps, il faut nécessairememt commencer de bonne heure en automne, afin de pouvoir faire une emblavure au printemps.

Dans un assolement, les soles les plus propres à l'exécution du drainage sont celles en pâture, en vieux trèfle, en luzerne à défricher, parce que les terres y présentent plus de consistance. Si on doit drainer un champ qui portait des céréales, on aura soin de commencer les travaux avant le déchaumage, afin que toujours le terrain soit moins sujet aux éboulements et plus favorable aux charrois.

En résumé, il faudra nécessairement avoir les plans tout

préparés à l'avance, de manière à profiter du moment le plus convenable pour mieux opérer, pour entraîner les moindres frais, et pour rendre le plus vite possible à la culture les champs améliorés.

CHAPITRE XI

Tracé des drains sur le terrain

Le plan du projet de drainage, arrêté conformément aux indications données dans le chapitre IX, est remis au contre-maître chargé de l'exécution des travaux. Celui-ci, avant l'arrivée des ouvriers terrassiers, doit procéder au tracé des drains sur le terrain. Il commence par se repérer d'après les clôtures, les arbres, les bornes ou les piquets qui ont servi de base au levé du plan ou au nivellement, et, en s'aidant de la chaîne d'arpenteur, il arrive facilement à trouver l'emplacement des drains indiqués sur le plan. Il trace d'abord l'axe ou ligne au milieu des drains collecteurs à l'aide de jalons placés aux extrémités, et à tous les points où il y a des angles ou changements de direction. Il est facile ensuite d'indiquer de même, à l'aide de jalons placés à leurs extrémités, toutes les directions des petits drains.

On se sert avec avantage de jalons portant des bouts de papier de diverses couleurs pour éviter les confusions; mais, en général, les jalons ne peuvent servir que comme indication provisoire, parce que le vent, la malveillance, ou mille accidents, les dérangent; d'ailleurs ils ne donneraient pas les moyens de régler la profondeur des tranchées. Il faut les remplacer par un système d'indications plus durable. On emploie à cet effet de fort piquets en bois, de $0^{m}.50$ de longueur environ. On enfonce ces piquets à

coups de marteau ou de maillet, à une distance de 0m.50 en dehors de la ligne milieu des drains, d'un même côté de cette ligne, sur la droite, par exemple, si les ouvriers doivent jeter à gauche la plus grande partie de la terre des tranchées. On les enfonce plus ou moins, de façon que leurs têtes soient toutes à la même hauteur au-dessus du fond des tranchées. Cette hauteur doit être bien égale à la profondeur de la tranchée augmentée de 0m.10 ou 0m.20. L'emploi du niveau permet de faire ce règlement des piquets avec facilité; le niveau de pente de Thompson est particulièrement convenable pour cet usage. Les piquets bien posés rendent beaucoup plus rapides les autres travaux; c'est pourquoi nous croyons qu'on doit les préférer à tout autre procédé pour tracer la direction des tranchées. Ils doivent être tout au plus écartés les uns des autres de 50 mètres, et on doit en placer aux extrémités des drains, à tous les points de changement de pente, et particulièrement partout où la profondeur qu'il faudra creuser est notablement moindre ou plus grande que la profondeur moyenne du drainage.

CHAPITRE XII

Forme des tranchées.

Pour atteindre la plus grande économie possible dans les travaux de drainage, on doit s'attacher à donner aux tranchées des dimensions extrêmement petites, et qui permettent cependant de descendre les tuyaux à des profondeurs que nous avons fixées entre 0m.80 et 1m.80. L'étude de la question a conduit les Anglais à perfectionner les instruments ordinaires du bêchage, de façon à ce qu'on pût obtenir une profondeur suffisante sans que les ouvriers

descendissent dans des fonds où ils ne pourraient se tenir commodément pour travailler.

Les tranchées, en conséquence, sont très-étroites du bas, et elles n'ont vers le haut qu'une largeur qu'on s'attache à rendre aussi petite que le terrain le permet. On a en outre l'avantage d'asseoir les tuyaux dans les fonds des tranchées d'une manière assez solide pour qu'ils ne puissent pas dévier de leur direction.

Les formes et les dimensions les plus convenables à don-

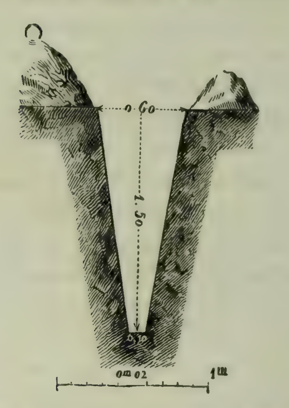


Fig. 269. — Tranchée profonde dans les terrains argileux.

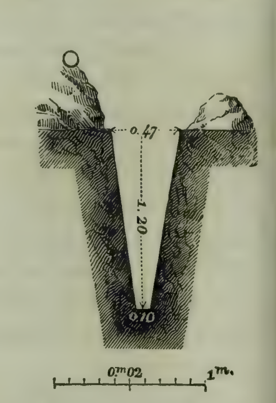


Fig. 270. — Tranchée moyenne dans les terrains argileux.

ner aux tranchées doivent être telles que l'ouvrier puisse descendre et se tenir à une distance de 0m.80 du fond, et de là atteindre facilement ce fond avec les bêches les plus déliées. Nous avons vu que les profondeurs des tranchées varient; mais le fond, avant le dernier travail à la drague, doit être amené à avoir une largeur de 0m.10. Selon la nature du terrain, les talus sont plus ou moins inclinés. L e figures 269 et 270 donnent les formes convenables pour un drainage exécuté dans des terres argileuses sans

pierres. Dans la figure 269, on voit la section de la tranchée pour un drainage très-profond de 1m.50, et, dans la figure 270, on a la section d'une tranchée d'une profondeur moyenne de 1m.20; les deux largeurs à l'orifice, 0m.60 et 0m.47, sont proportionnelles aux deux hauteurs.

Les figures 271 et 272 donnent les sections de deux tranchées ayant les mêmes profondeurs de 1m.50 et 1m.20, mais des largeurs à l'orifice plus grandes, 0m.80 et 0m.63;

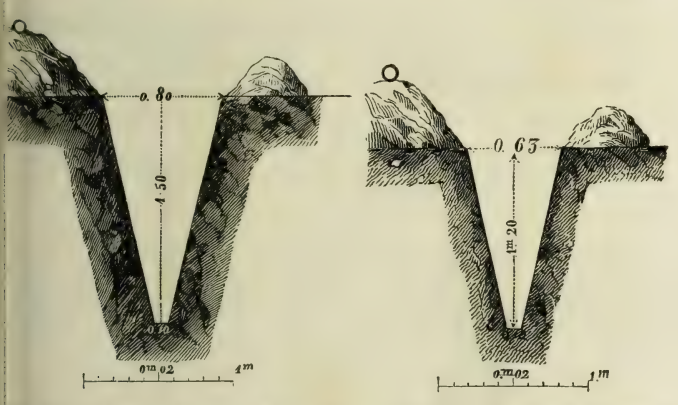


Fig. 271. — Tranchée profonde pour les terrains pierreux.

Fig. 272. — Tranchée moyenne pour les terrains pierreux.

cette forme plus ouverte doit être adoptée dans des terrains pierreux, difficiles; quelquefois on est obligé de dépasser encore ces largeurs.

Les fonds des tranchées sont régalés au moment de la pose des tuyaux à l'aide de dragues plates ou creuses, ou écopes; ils prennent alors dans le bas une forme arrondie qui remplace le plan que montrent les fissures précédentes (269 à 272).

CHAPITRE XIII

Vêtements particuliers des ouvriers draineurs

Les ouvriers draineurs sont obligés à des travaux fatigants, qui exigent l'usage de quelques objets particuliers pour les soustraire à des maladies qui pourraient avoir de la gravité.

C'est avec des bêches que se creusent les tranchées. Pour déployer toute sa force, l'ouvrier doit appuyer de tout son poids en se soulevant sur une jambe, dont le pied repose sur le bord supérieur des instruments (fig. 273)





Fig. 273. — Ouvrier maniant la bêche.

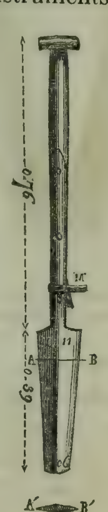


Fig. 274. — Bêche anglaise avec poignée et pédale.

ou sur une pédale M (fig. 274) qu'on fixe à différentes hauteurs sur le manche des outils, à l'aide d'un petit

coin en fer. De cette façon, on peut atteindre des profondeurs variables avec le même instrument.

Pour que la plante des pieds ne supporte pas une fatigue qui deviendrait douloureuse, les ouvriers doivent attacher sous le soulier droit une semelle en fer ou en fonte (fig. 275), dont le prix, même en France, selon M. de

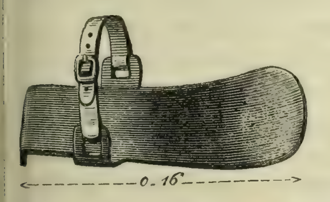


Fig. 275. — Semelle de fonte ou de fer pour mettre sous le pied de l'ouvrier draineur.

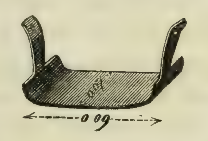


Fig. 276. — Demi-semelle en fer pour mettre sous le pied de l'ouvrier draineur.

Rougé, qui en a fait faire un certain nombre pour son opération de drainage du Charmel (Aisne), ne dépasse pas 1 fr. Cette semelle est attachée avec une courroie ou un ruban qui contourne le cou-de-pied et la cheville.

Au lieu d'une semelle entière, on peut employer une portion de semelle (fig. 276), qui s'attache de la même manière, mais qui a l'avantage d'être moitié moins lourde; son poids est de 225 grammes au lieu de près de 500; mais alors il faut souvent mettre en même temps une petite garniture en fer à l'extrémité des chaussures, pour appuyer contre l'instrument pendant la taille du bord des tranchées.

L'exécution des tranchées, surtout dans les sols pierreux, est certainement malsaine pour les ouvriers employés à enlever le dernier fer de bêche, à achever le fond des drains, à assurer la solidité des rangées de tuyaux. Ces ouvriers ont les hanches, les cuisses et les bras en

contact permanent avec un sol mouillé, qui leur donne des rhumatismes, et peut altérer gravement leur santé, d'autant plus que le drainage s'exécute en général durant la mauvaise saison, et qu'il s'opère dans des terrains naturellement humides.

La partie gauche du corps s'appuyant plus spécialement sur l'une des parois des tranchées dans l'enlèvement des dernières parties de la terre à déblayer, on a eu recours, en plusieurs endroits, à des pièces de cuir pour recouvrir la culotte de la cuisse gauche. Cette précaution ne suffit pas, et nous n'hésitons pas à recommander les culottes et les brassards de cuir que le marquis de Westminster a fait employer aux ouvriers qui ont exécuté le drainage de ses terres, et qu'il a décrits dans un article du *Journal de la Société royale d'Agriculture d'Angleterre* (1).

Ces vêtements de l'ouvrier draineur sont destinés aux parties du corps le plus en contact avec le sol humide. Il y a donc une paire de culottes et une paire de brassards, qui n'embrassent que la partie extérieure des hanches, des cuisses, des épaules et des bras.

La figure 277 représente la culotte droite. Cette culotte est formée d'une pièce de cuir ordinaire, ayant 1 mètre de haut, 0m.47 de large à la hauteur de la taille, 0m.51 à l'endroit des hanches, et une largeur de 0m.38 seulement pour la cheville du pied. Deux courroies, attachées à l'avant et à l'arrière de la culotte de droite, s'enfilent dans deux boucles de la culotte de gauche. Trois autres courroies à diverses hauteurs s'agrafent à trois boucles placées en face dans la même culotte.

Les brassards (fig. 278) ont 0m.76 de haut, 0m.47 de large à l'épaule et 0m.20 de large aux poignets. Une courroie passe sous le bras pour s'attacher à une boucle sur

(1) Tome X, p. 51 (1849).

l'épaule ; deux autres courroies se fixent vers le coude et vers le poignet à des boucles convenablement placées.

La paire de culottes ne coûte que 25 fr., et celle de

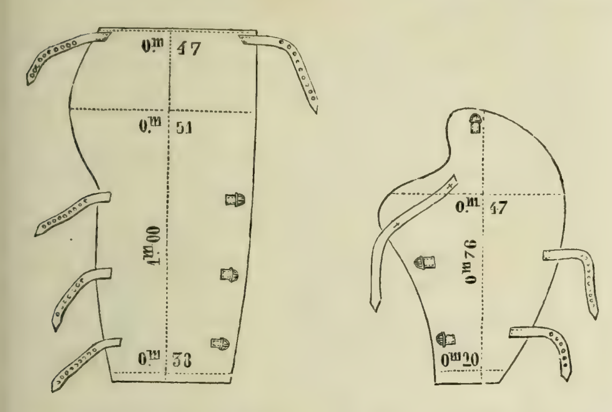


Fig. 277. — Culotte en cuir pour les ouvriers draineurs.

Fig. 278. — Brassard en cuir pour les ouvriers draineurs.

brassards que 12f.50. On ne doit pas hésiter à conseiller l'emploi de ces vêtements, dont a seulement besoin un ouvrier sur quatre draineurs.

CHAPITRE XIV

Description des outils de drainage

Nous avons, à plusieurs reprises, insisté sur cette considération, que l'emploi des tuyaux pour le drainage ne forme qu'une partie de l'invention dont on est redevable aux Anglais ; les outils à main perfectionnés, qui permettent de réduire à un très-faible volume le déblai des terres à remuer, ont apporté une énorme économie dans les

frais d'exécution; à ce titre, ils doivent être étudiés avec attention.

On l'a déjà vu, les principaux de ces outils sont des bêches et des dragues.

Les habitudes du travail à la bêche ne sont pas les mêmes dans toutes les contrées; on rencontre souvent contre l'emploi des nouveaux instruments des résistances très-difficiles à vaincre.

En Angleterre, l'homme qui bêche détache la terre, et par un second mouvement la jette de côté.

Il n'en est pas de même en France, où en général un ouvrier enlève avec une pelle la terre fouillée par un autre ouvrier qui bêche ou qui pioche.

Les outils de certains ouvriers terrassiers anglais ont aussi des manches plus longs que ceux des terrassiers français.

Enfin, les ouvriers anglais emploient de préférence des manches terminés par des poignées horizontales ou en forme de béquilles, comme cela a lieu dans la bêche courbe ci-contre (fig. 279), ou des poignées creusées dans le manche courbe de la bêche plate représentée par la figure 280.

Les manches des outils français sont droits, sans poignée (fig. 281).

On a cherché à introduire en France les habitudes anglaises; M. de Rougé nous a dit y être parvenu sans difficulté.

M. Gareau a rencontré au contraire des obstacles qui l'ont fait renoncer à ce projet; aussi ce dernier agriculteur n'a pas cherché à introduire chez lui exactement les outils anglais; il s'est contenté de modifier les outils du pays de manière à leur faire produire à peu près les résultats cherchés en Angleterre.

Nous approuvons hautement toutes les tentatives faites

pour introduire chez nous les habitudes des ouvriers anglais et leurs instruments. M. Lupin, le premier importateur en France du drainage perfectionné complet, a senti

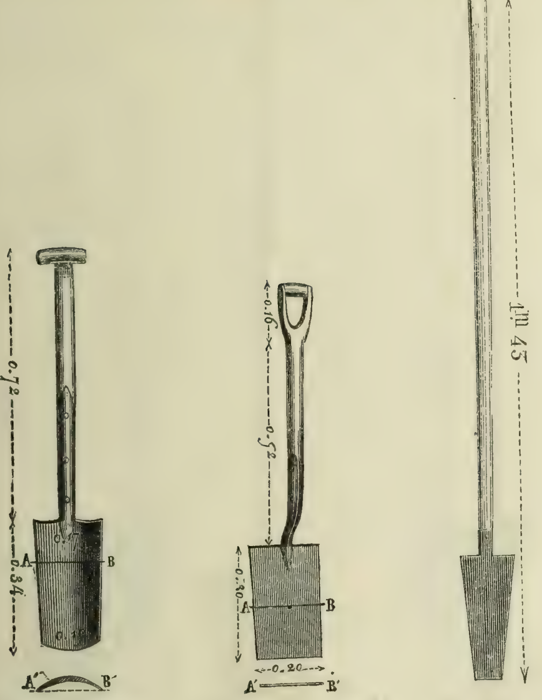


Fig. 279. — Bêche courbe à poignée horizontale.

Fig. 280. — Bêche plate à poignée intérieure.

Fig. 281. — Bêche plate française appropriée aux besoins du drainage.

l'importance de cette introduction ; aussi a-t il fait adopter parmi ses ouvriers, dès 1846, des modifications convenables à la bêche plate française, en la rendant un peu plus

étroite et plus longue (fig. 281), et la bêche creuse anglaise (fig. 282) pour faire le fond des rigoles.

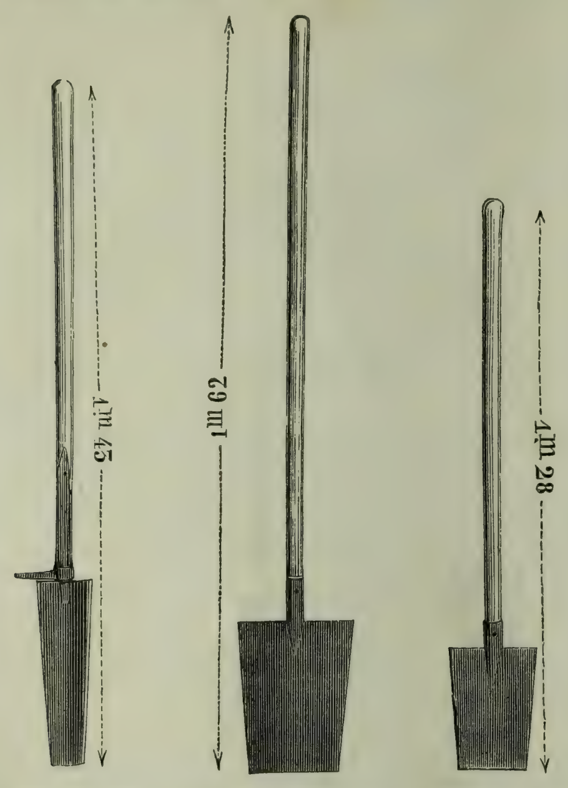


Fig. 282. — Bêche creuse pour le fond des tranchées.

Fig. 283. — Bêche plate française n° 1.

Fig. 284. — Bêche plate française n° 2.

Voici, construites conformément aux habitudes françaises, les bêches (fig. 283, 284, 285 et 286) que vend M. Calla, rue de Chabrol, 20, à la Chapelle-Saint-Denis.

Ces bêches sont étagées de manière à entamer le sol sur une largeur décroissante. A ces bêches correspondent deux pelles (fig. 287 et 288), dont la première sert pour le second bêchage, et dont la seconde, plus étroite, est employée pour le troisième bêchage plus profond. On nettoye enfin le fond de la tranchée avec une drague ou curette,

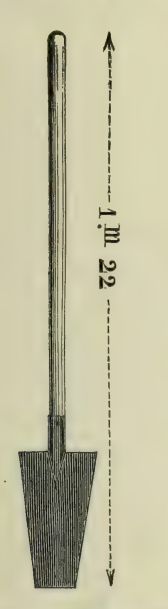


Fig. 285. — Bêche plate française n° 3.

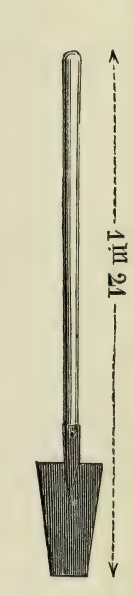


Fig. 286. — Bêche plate française n° 4.

telle que celle représentée par la figure 289, dessinée aussi sur une curette fabriquée par M. Calla.

Les bêches creuses sont employées, en Angleterre, dans les terres argileuses, qui forment la majorité des terres nécessitant le drainage ; on ne s'y sert de bêches plates que

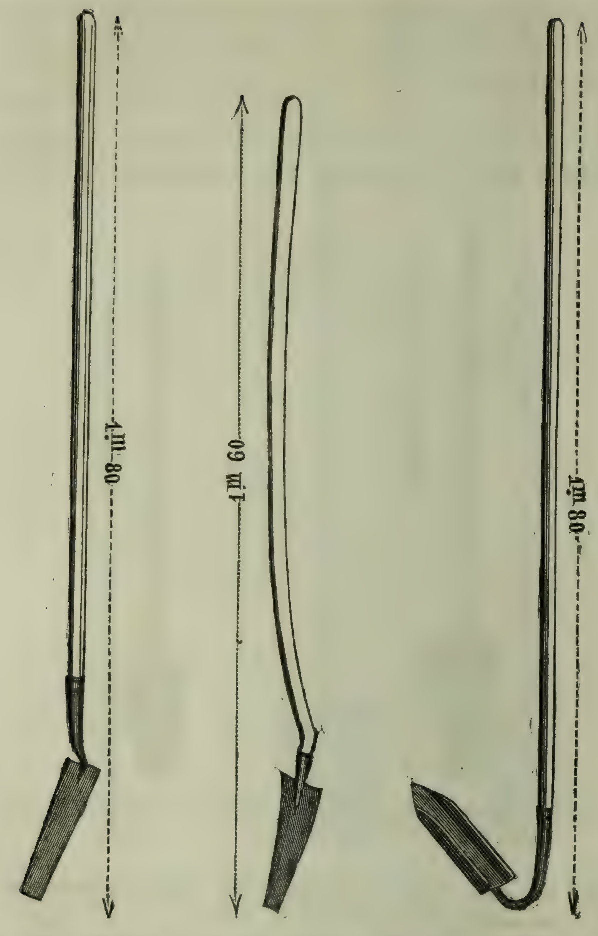


Fig. 287. — Pelle de 2e bêche.

Fig. 288. — Pelle de 3e bêche.

Fig. 289. — Curette de fond pour le travail à la pioche et à la bêche.

dans les sols graveleux. Pour ce dernier travail, on préfère souvent, en France, une binette, espèce de pioche à deux branches, dont la figure 290 donne une vue de profil, et que la figure 291 représente vue en dessus.

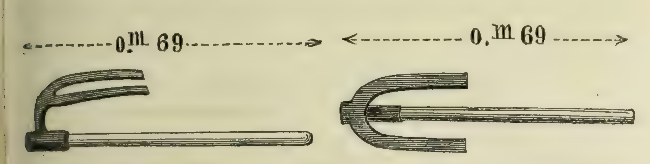


Fig. 290. — Binette pour piocher les terrains graveleux, vue de profil.

Fig. 291. — Binette pour piocher les terrains graveleux, vue en dessus.

On remarquera que les instruments anglais sont très-supérieurs aux outils français pour la manière dont ils sont emmanchés. Les douilles des outils anglais sont longues, embrassent la plus grande partie du manche et sont fixées par trois clous ou chevilles ; elles sont en outre parfaitement polies, et ainsi beaucoup moins sujettes à la rouille. Les figures suivantes, sans qu'il y ait besoin de plus amples explications, feront comprendre la supériorité de la collection de ces outils sur ceux fabriqués en France et que nous avons représentés plus haut.

Comme nous l'avons dit précédemment, les bêches creuses sont spécialement destinées aux terrains argileux. On en fait de deux sortes, qu'on distingue par la hauteur du fer. Ainsi les figures 292, 293, 294 et 295 représentent un jeu de bêches de vingt pouces (50 centimètres); la figure 292 est une bêche de surface, et les trois autres donnent les numéros 1, 2 et 3 des outils à employer à mesure que la profondeur augmente. Ce jeu sert pour les tranchées de $1^{m}.50$ de profondeur moyenne.

Les figures 296, 297, 298 et 299 représentent un jeu de

bêches de quinze pouces (38 centimètres), la figure 296 étant la bêche de surface, et les trois figures 297, 298 et 299 étant les outils numéros 1, 2 et 3 à employer à mesure encore que la profondeur augmente. Ce dernier jeu de bêches sert pour les tranchées moins profondes, de $1^{m}.20$ en moyenne.

Jeu de bêches de 50 centimètres.

Bêches

Bêche de surface. — n° 1. — n° 2. — n° 3.

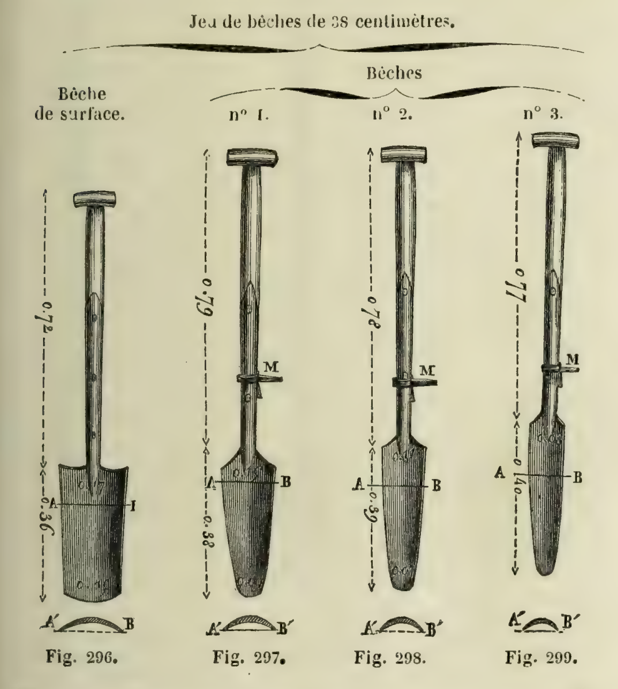
Fig. 292. Fig. 293. Fig. 294. Fig. 295.

En M on voit les pédales dont sont armées toutes ces bêches pour la pose du pied de l'ouvrier terrassier.

On a fait une section à la hauteur A B pour montrer au dessous, en A′B′, la courbure que présente le fer de bêche

une distance de l'emmanchement égale au quart environ de la hauteur totale.

Les bêches plates sont faites dans les mêmes dimensions que les précédentes, mais elles sont beaucoup moins nombreuses, puisque le drainage s'opère plus rarement dans les terrains graveleux.



Jeu de bêches de 38 centimètres.

Fig. 296. Fig. 297. Fig. 298. Fig. 299.

Dans les terres argileuses, la plus grande partie de la terre bêchée est rejetée sur les bords des tranchées à l'aide des bêches elles-mêmes qui ont servi à détacher les prismes de terre ; il ne tombe que des débris, qui sont ramassés avec les pelles dejà décrites (fig. 287 et 288, p. 138). Dans

les terrains graveleux et pierreux, l'usage des pelles est continu, et on se sert, tant que l'on n'est pas à une profondeur de la tranchée plus grande que 0m.40, de la pelle à manche en col de cygne (fig. 300). A la surface, il est rare du reste

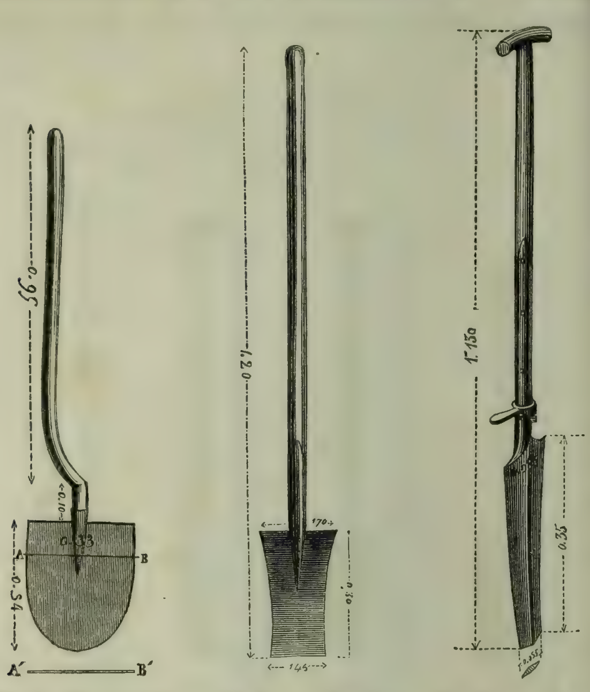


Fig. 300. — Pelle pour déblayer.

Fig. 301. — Louchet de drainage.

Fig. 302. — Bêche à côte pour les terrains graveleux.

que la terre se détache et s'enlève d'une manière régulière avec la bêche. Si on ne déblayait pas le fond de la première fouille des parties égrenées, le travail d'approfondissement deviendrait plus difficile.

Dans les terres fortes, on se sert de préférence, pour le premier travail, du louchet (fig. 301), et dans les terrains graveleux, qui ne se laisseraient pas entamer à la bêche plate ou demi-creuse, ou au louchet, d'une lourde bêche à côte, qui désagrége le sol (fig. 302); on enlève avec la pelle les débris formés.

Lorsqu'on a affaire à des terrains pierreux, à des bancs de meulière, par exemple, il faut avoir recours tantôt à un lourd marteau (fig. 12), lorsqu'il faut casser une pierre gênant dans l'inclinaison d'un talus; tantôt à une pioche ou à un pic (fig. 10 et 11), lorsque l'extraction de la pierre est nécessaire pour laisser libre l'intérieur de la tranchée. Dans ce cas, on se sert aussi avec avantage d'un instrument particulier nommé *pic à pédale*, inventé en Angleterre, et dont nous avons déjà donné la figure (liv. II, chap. III, t. I, p. 45, fig. 13); en France, on a modifié cet outil d'une manière heureuse, en lui donnant la forme que représente la figure 303 (p. 144).

Le fond des tranchées des terrains pierreux exigerait quelquefois qu'on en déblayât de grosses pierres gênant la pente adoptée, si on ne parvenait facilement à en pulvériser exactement la quantité voulue. Dans ce but, les Anglais ont imaginé une forte dame en fer très-lourde (fig. 304), que l'on fait tomber du haut de la tranchée dans le fond, et dont le manche à coulisse peut être allongé plus ou moins, de sorte qu'en tenant l'instrument avec les deux mains et le soulevant avec les bras, on peut toujours atteindre la partie inférieure des tranchées les plus profondes. Le poids de cette dame ou fouloir est d'environ 40 kilogr.; nous n'en conseillons pas l'emploi dans les terres argileuses non fortement pierreuses; mais on peut, dans les terres graveleuses, employer un instrument plus léger, plus commode et moins coûteux, en ferrant simplement par-dessous un

cylindre de bois, et en perçant le manche de quelques trous (fig. 305) pour passer la poignée à différentes hau-

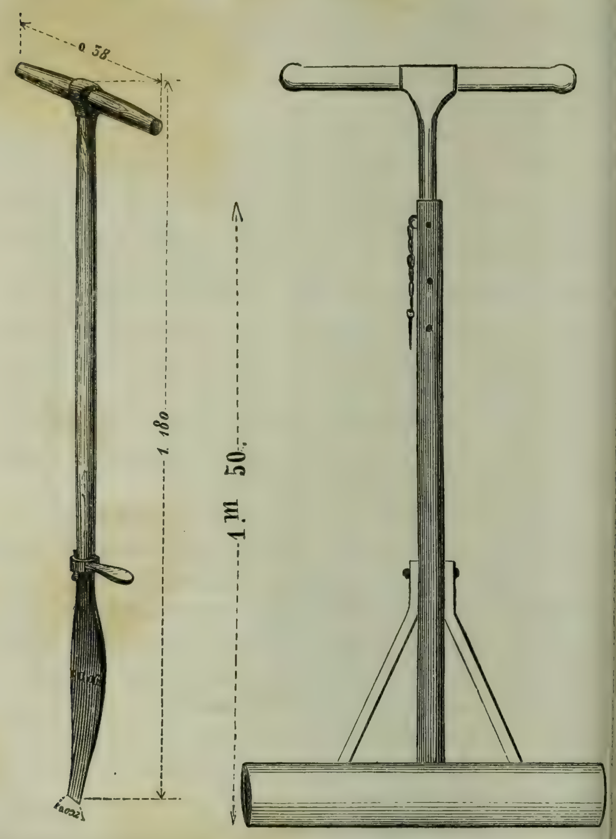


Fig. 303. Pic à pédale français.

Fig. 304. — Dame anglaise en fer pour battre le fond des tranchées.

teurs, comme a fait M. Lauret, de la Chapelle-Gauthier, qui a ainsi très-bien approprié à l'usage des ouvriers français

un outil dont l'emploi n'était pas très-goûté de nos terrassiers. Le nouveau fouloir revient à 12 fr., au lieu de 31 fr. 25 c., prix de l'outil anglais.

Pour entamer la surface et enlever la première couche végétale dans les terres gazonnées, les Anglais prônent beaucoup aujourd'hui les fourches en acier, telles que la forte fourche à trois dents que représente la

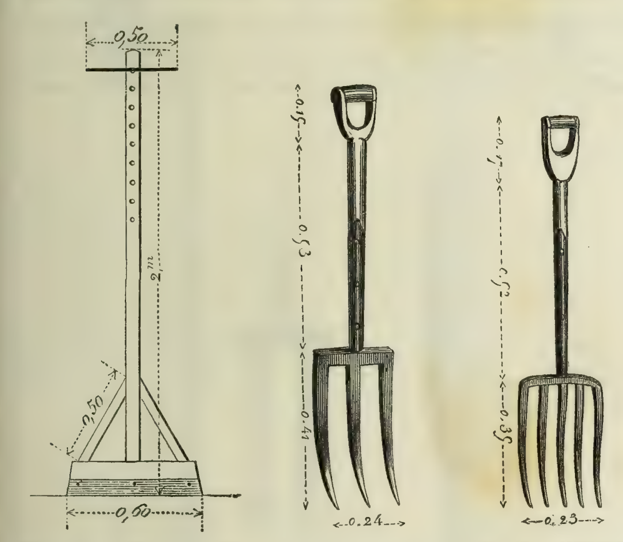


Fig. 305. — Fouloir en bois de M. Lauret.

Fig. 306. — Forte fourche à trois dents.

Fig. 307. — Fourche à cinq dents, dite universelle.

figure 306, ou la fourche à cinq dents, dite *universelle*, que l'on voit dans la figure 307. Ces fourches s'enfoncent beaucoup plus facilement dans les terres gazonnées que les bêches, et permettent tout aussi bien d'arracher et de retourner les mottes de gazon. Le fabricant d'instruments de drainage qui a remporté le prix de

75 fr. de la Société d'Agriculture d'Angleterre, au Concours de Gloucester, en 1853, M. Winton, de Birmingham, a dû une partie de son succès à l'exposition d'un grand nombre de fourches très-légères, qui fatiguent peu l'ouvrier par leur poids, et font, dans les terrains compactes et gazonnés, plus d'ouvrage que la bêche. Pour continuer l'approfondissement des tranchées, on se sert de bêches plates ou courbes, de largeur décroissante et de hauteur croissante au contraire. Les fourches anglaises sont très-semblables aux bêches dites *à barbouler* (fig. 308), em-

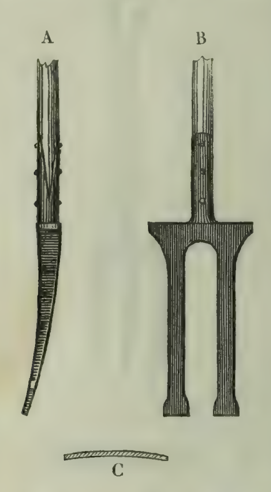


Fig. 308. — Bêche de l'Auvergne, dite *à barbouler*. — A, bêche vue de profil; B, bêche vue de face; C, coupe transversale de la bêche au-dessus de la naissance des branches.

ployées avec beaucoup d'habileté et de succès en Auvergne pour le labour.

Lorsque l'on creuse des tranchées dans des terrains qui sont bordés par des arbres, ou qui autrefois ont

été plantés en arbres, on rencontre souvent des racines que les bêches les plus tranchantes peuvent difficilement couper. Alors on emploie avec avantage une hache simple (fig. 309), ou une hache munie d'une pioche (fig. 310),

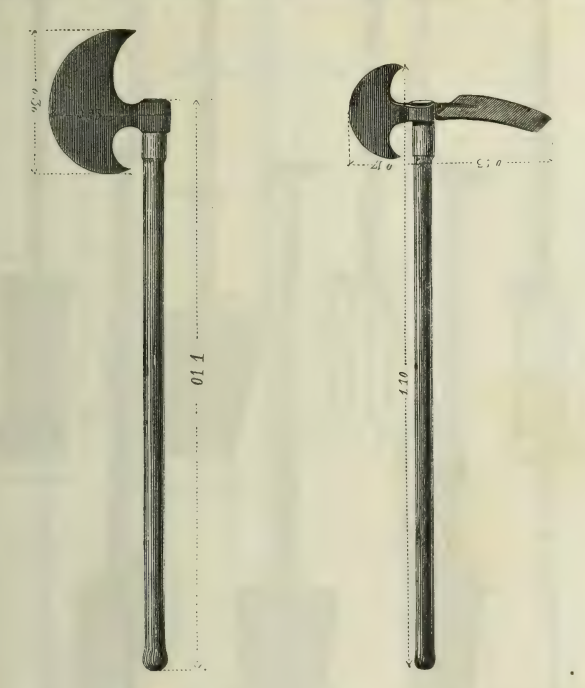


Fig. 309. — Hache de drainage.

Fig. 310. — Hache à marteau pour couper et enlever les racines.

qui permet de couper et de dégager facilement les plus fortes racines.

On voit que les outils de drainage varient beaucoup, selon les natures de sol et les conditions d'exécution des travaux. L'usage des instruments spéciaux procure une

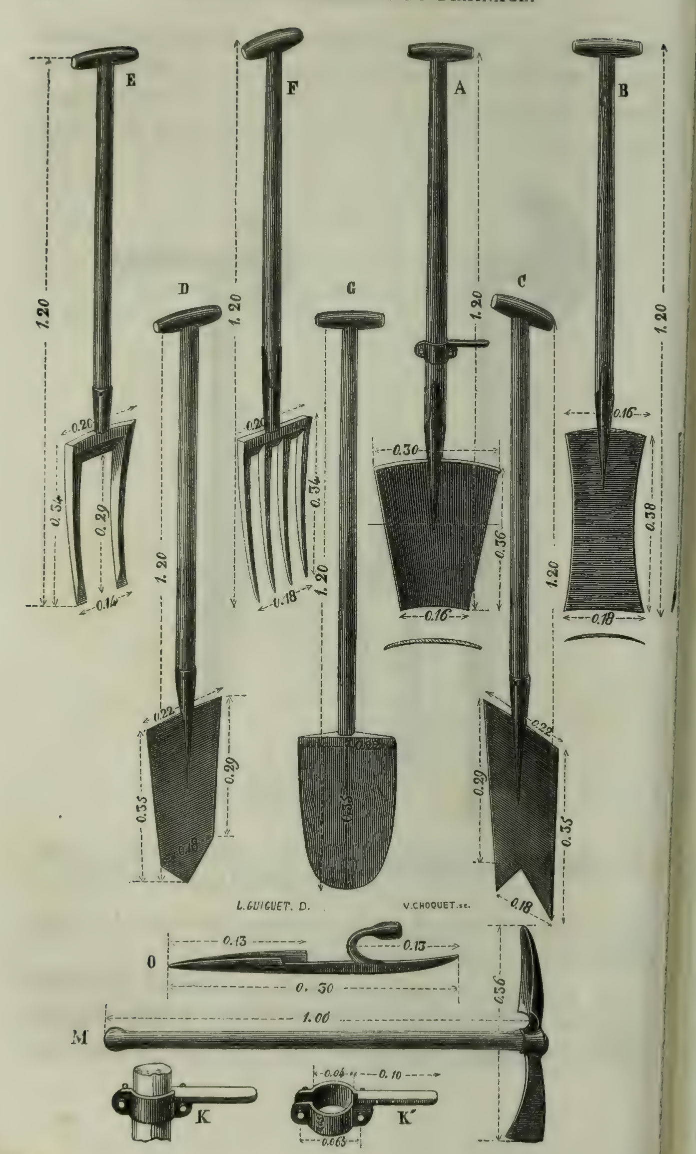


Fig. 311. — Collection d'outils de drainage propres à différents terrains, employés par M. Barbier.

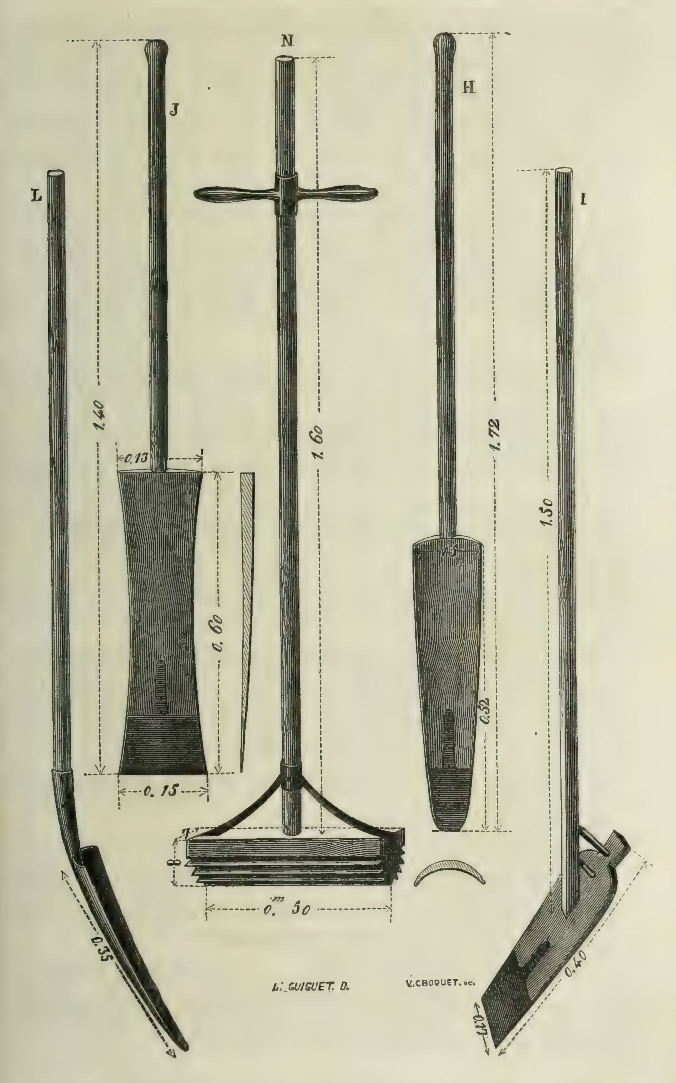


Fig. 312. — Suite de la collection d'outils propres à différents terrains, employés par M. Barbier.

économie et une célérité qu'on n'obtiendrait pas avec les outils de terrassement ordinaires. Pour faire mieux comprendre encore l'importance des détails dans lesquels nous venons d'entrer, pour rendre plus saisissables les différences que doivent présenter les outils dans les différents terrains, nous avons rapproché, dans les figures 311 et 312 (p. 148 et 149) les principaux instruments, en prenant les types dans les chantiers de drainage dirigés par M. Barbier, ingénieur-draineur à Chaumont (Haute-Marne). Ces outils sont pour la plupart munis d'une poignée en béquille ou en forme de T.

En A se trouve une grande bêche de surface pour les argiles siliceuses. Cette bêche est mi-creuse; le fer est enroulé à la partie supérieure, de manière à former un rebord qui empêche l'instrument de couper la chaussure de l'ouvrier. Elle entame le sol sur $0^{m}.40$ de largeur, ouverture ordinaire des tranchées dont la profondeur ne dépasse pas $1^{m}.30$.

Pour les terres fortes, on se sert du louchet en queue d'aronde B.

Pour le travail des marais et des landes, la bêche bifurquée C est employée avec avantage, à cause de son tranchant en forme d'angle, qui coupe facilement les racines de roseaux, de joncs et de bruyères.

La bêche à fer de lance D est appropriée aux grèves légères et aux terrains gazonnés.

Dans les argiles, empâtant des cailloux ou des meulières, M. Barbier emploie une forte fourche à deux dents, du poids de $3^{k}.500$; cet instrument se manœuvre comme une bêche ou comme le pic à pédale.

La fourche à quatre dents F se manœuvre comme la précédente, mais sert dans les graviers durs, agglutinés par des glaises adhérant aux instruments.

Dans les mêmes glaises adhérant aux instruments de fer, mais ne contenant pas de graviers, on se sert de la bêche droite G, faite entièrement en bois d'alisier, de la gouge en bois H, aciérée à l'extrémité, et de la pelle en bois I, également aciérée ; on fait varier à volonté l'ouverture de l'angle d'emmanchement de cette pelle, en enfonçant plus ou moins les deux chevilles d'attache.

Pour les marnes, les sables mouillés et les tourbes, pour les travaux exécutés dans les marais et les bruyères, le grand louchet J, en bois, aciéré à l'extrémité, effectue très-bien le déblai.

A tous ces instruments on adapte avec facilité la pédale articulée K, K'.

Dans les terrains graveleux, on drague le fond de la tranchée à l'aide de l'écope horizontale L, qui se manœuvre comme une pelle.

Pour pouvoir établir le lit des tuyaux dans les marnes dures et les schistes ardoisés, M. Barbier emploie la hache-gouge M, et pour briser les parties rocheuses dans les tranchées il se sert de la dame cannelée en acier N. Pour percer plus facilement encore le fond de la tranchée, M. Barbier emploie un boutoir O, dont il a emprunté l'idée au boutoir des maréchaux. Cet outil sert en outre dans la pose à la main, lorsque les difficultés de la fouille ont conduit à donner à la tranchée une plus grande largeur que d'habitude ; il rend surtout de grands services dans le cas où l'insuffisance des pentes et la crainte des obstructions exigent la plus grande précision dans le règlement du fond, précision qu'on ne saurait obtenir avec la drague. Le moindre obstacle, dans ce cas, est un danger : la pointe du boutoir se détache, la gouge s'enlève, forme le lit du tuyau, et sert à détacher des parois la terre destinée à le consolider. La pointe du boutoir sert aussi à percer les

tuyaux de raccord, et remplace alors le marteau spécial ordinairement employé. Enfin, l'ouvrier qui porte le boutoir-gouge à sa ceinture s'en sert pour nettoyer ses outils.

CHAPITRE XV

Achat et prix des outils de drainage

Tandis qu'il existait en Angleterre, en Écosse et en Irlande, des fabriques considérables où se faisaient des masses énormes d'outils de drainage, nous en étions encore, en France, en 1854, à faire imiter tant bien que mal, par nos maréchaux et charrons de village, quelques-uns des outils anglais. Aussi ceux qu'on vendait chez nous étaient-ils plus chers et moins bien confectionnés que ceux fabriqués à l'étranger. Des droits d'entrée excessifs ne permettaient pas de faire venir du dehors des instruments pour le perfectionnement desquels ni le Gouvernement ni les Sociétés d'Agriculture ne cherchaient à faire aucun sacrifice, aucun effort.

Cette situation est aujourd'hui bien changée; on a fini par comprendre toute l'importance des bons outils à main, et, dès l'Exposition universelle de l'industrie en 1855, on a vu des collections d'instruments de drainage d'une exécution très-remarquable envoyés par plusieurs fabricants français.

Pour le Concours agricole universel de 1856, le Gouvernement avait proposé plusieurs prix pour les meilleurs instruments, et nous sommes heureux de dire qu'un grand nombre d'exposants avaient envoyé des collections qui ne laissent rien à désirer. Nous allons passer en revue les prix courants des principaux fabricants.

A la fabrique de M. Calla, rue de Chabrol, n° 20, à la Chapelle Saint-Denis, près Paris, on vend 240 fr. une collection de 17 outils, sur lesquels ont été dessinées les bêches (fig. 283, 284, 285, 286); les pelles (fig. 287 et 288); la curette (fig. 289); la binette (fig. 290 et 291); le marteau et la pioche (fig. 10 et 12); la dame de fond (fig. 304), le fouloir après la pose (fig. 349); le pose-tuyaux (fig. 344). Quatre bêches en double complètent le nombre 17.

On cite, à Paris, comme un des taillandiers ayant fait les meilleurs outils de drainage, M. Proust, quai de la Grève, n° 52; il fait payer les bêches mi-plates 10 fr., les petites bêches courbes 6 fr., les curettes 7 fr., les pose-tuyaux 7 fr.

M. de Rougé a fait faire au Charmel (Aisne) des bêches ordinaires au prix de 8 fr., des bêches courbes au prix de 12 fr., des curettes de fond au prix de 5 fr.

En Belgique, à la fabrique de Haine-Saint-Pierre, les prix courants sont les suivants : Pelle carrée, 7 fr.; pelle ordinaire, 6 fr. 25 c.; bêche creuse, 12 fr.; écope, 7 fr.; drague, 5 fr. 50 c.; pose-tuyaux, 8 fr. 50 c.

M. Nadault de Buffon a rapporté de Londres, en 1851, pour l'École des Ponts et Chaussées, une collection d'instruments de drainage achetée chez l'ingénieur Clayton, et d'après laquelle ont été exécutés plusieurs dessins que nous avons donnés précédemment (fig. 279, 280, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 306 et 307). Voici la traduction de la facture de M. Clayton; il n'y a pas eu de droits d'entrée, M. Nadault de Buffon achetant pour un établissement public :

Pour l'argile ou la terre légère.

Une collection d'instruments courbes de 50 centimètres, avec douilles polies, consistant en une bêche de surface, les nos 1,

2, 3 des outils à employer, une dragne à curer le fond des tranchées	fr. 40.00
Une collection d'instruments courbes de drainage de 38 centimètres, avec douilles polies, consistant en une bêche de surface et les nos 1, 2, 3 des outils à employer, une dague à curer le fond des tranchées..	34.37

Pour la terre graveleuse.

Une collection d'instruments plats de 38 centimètres, avec douilles polies, consistant en une bêche de surface, les nos 1 et 2 des outils à employer, une dague à curer le fond des tranchées...	27.50
Deux pose-tuyaux et deux pose-tuyaux et colliers............	15.00
Une dame à battre le fond des tranchées........................	31.25
Une forte fourche à trois dents....................................	11.87
Une fourche universelle à cinq dents d'acier...................	9.39
Une bêche de jardin à douille polie et manche à poignée.......	6.87
Spécimens de tuyaux en terre, briques creuses, etc.; emballage et envoi au quai d'embarquement..........................	17.25
Fret..	18.75
TOTAL pour 22 outils..	206.25

C'est à Birmingham que se font les meilleurs outils anglais pour le drainage; on recherche surtout un tranchant qui ne se brise ni ne se torde. Les outils doivent s'user en restant brillants; la bonne qualité diminue la main-d'œuvre et rend relativement les outils bon marché.

La figure 313 représente le lot d'outils, de la fabrique de M. Lyndon, qui a remporté le prix de 125 fr. de la Société d'Agriculture d'Angleterre au Concours de Northampton, en 1847 :

1. Drague de fond..	3f.75
2. Pose-tuyaux et manchons......................................	4.37
3. Bêche de 0m.30 de long sur 0m.20 de large..................	4.37
4. Louchet, ayant 0m.38 de long, 0m.18 de large en haut et 0m.13 en bas..	5.31
5. Bêche de fond, ayant 0m.50 de long, 0m.14 de large en haut et 0m.08 en bas..	7.50
6. Pelle..	3.75
7. Pioche, 4f.06 ; le manche, 0f.94 ; le tout....................	5.00
8. Pic, 4f.06 ; le manche, 0f.94; le tout........................	5.00

Dans la figure 314 nous avons réuni les dessins, faits sur la même échelle, d'outils divers choisis dans les fa-

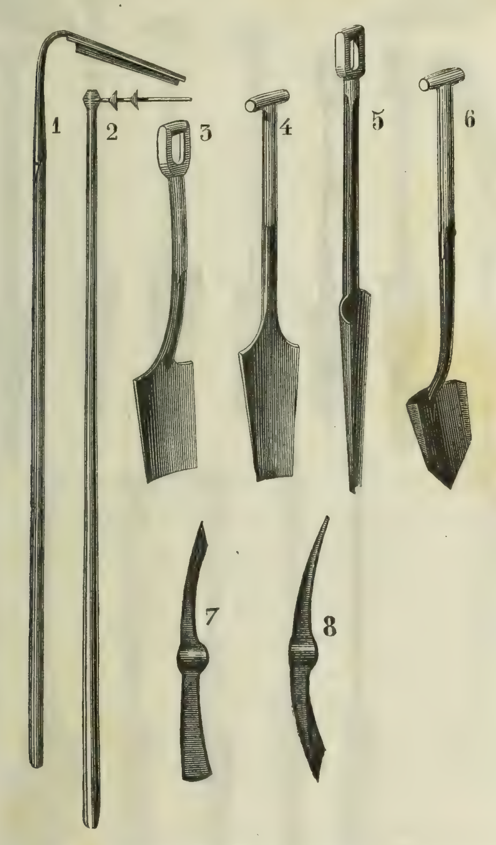


Fig. 313. — Collection primée au Concours de Northampton.

briques de Birmingham à la même époque de 1847; voici les noms et les prix de ces outils :

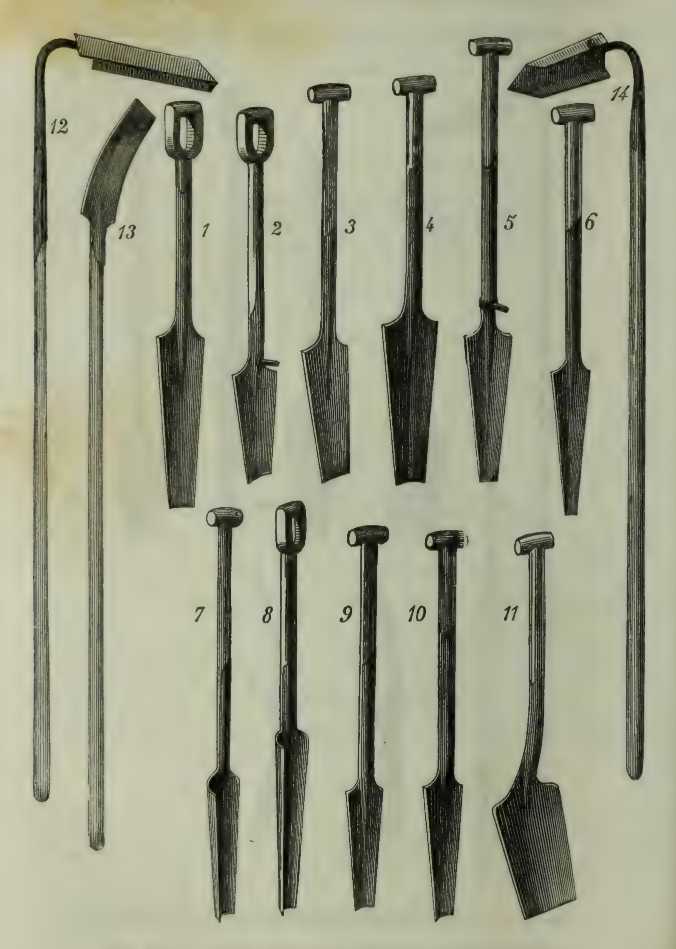


Fig. 314. — Outils divers des fabriques de Birmingham.

		fr.
1.	Bêche de fond, ayant $0^m.50$ de long, $0^m.14$ de large en haut et $0^m.08$ de large en bas	7.50
2.	Louchet, ayant $0^m.33$ de long, $0^m.13$ de large en haut et $0^m.08$ de large en bas	4.65
3.	Louchet, ayant $0^m.43$ de long, $0^m.17$ de large en haut et $0^m.13$ en bas	5.31
4.	Louchet, ayant $0^m.46$ de long, $0^m.18$ de large en haut et $0^m.10$ en bas	5.62
5.	Bêche, ayant $0^m.33$ de long, $0^m.18$ de large en haut et $0^m.08$ en bas	5.31
6.	Forte bêche, pour les terres glaises profondes, ayant $0^m.43$ de long, $0^m.10$ de large en haut et $0^m.06$ en bas	6.25
7.	Louchet pour ôter les pierres	5.00
8.	Bêche de fond, ayant $0^m.53$ de long, $0^m.10$ de large en haut et $0^m.06$ en bas	6.87
9.	Louchet, ayant $0^m.38$ de long, $0^m.10$ de large en haut et $0^m.08$ en bas	5.00
10.	Louchet, ayant $0^m.38$ de long, $0^m.08$ de large en haut et $0^m.09$ en bas	5.00
11.	Pelle	4.37
12.	Drague plate	4.06
13.	Écope	3.75
14.	Pelle en col de cygne	3.06

En 1853, au Concours tenu à Gloucester par la Société d'Agriculture d'Angleterre, le fabricant de Birmingham qui a remporté le prix pour la meilleure collection d'outils de drainage, M. Winton, avait exposé des instruments remarquables par leur légèreté, leur solidité et leur poli ; ils étaient un peu meilleur marché que les précédents. Un seul lot, composé d'une bêche de fond, d'un louchet, ou outil à entailler, d'une bêche de surface, d'une pelle à enlever l'eau, d'une drague plate, d'une drague courbe et d'un pose-tuyaux, en tout 7 outils, ne coûtait que 43 fr. 75.

Pour servir de renseignement à nos fabricants, nous placerons ici un extrait du catalogue de M. Winton ; le lecteur reconnaîtra, par les détails qui suivront, que les outils français sont aujourd'hui aussi bon marché que les outils anglais, et ils ne leur sont pas inférieurs pour la qualité.

Louchets ou bêches à entailler.

Nos	Longueur.	Largeur en haut.	Largeur en bas.	Prix.
	m.	m.	m.	fr.
1.....	0.33	0.18	0.13	5.00
2.....	0.38	0.18	0.11	5.62
3.....	0.46	0.18	0.11	6.87
4.....	0.51	0.19	0.11	7.50
5.....	0.46	0.19	0.13	7.50

Bêches de fond.

1.....	0.38	0.15	0.09	5.00
2.....	0.41	0.16	0.09	5.62
3.....	0.48	0.16	0.09	6.87

Pelles de fond.

	Longueur.	Largeur.	Prix.
1.....	0.28	0.17	4.06
2.....	0.30	0.19	4.37
3.....	0.35	0.20	4.70

Les manches de ces instruments sont rivés et indifféremment terminés par des poignées à œil ou en croix.

Dragues-écopes courbes.

Nos	Longueur.	Largeur.	Longueur du manche.	Prix.
	m.	m.	m.	fr.
1.....	0.33	0.07	1.83	4.68
2.....	0.30	0.08	1.83	5.00

Drague-écope plate.

0.35	0.13	1.83	5.31
Pose-tuyaux.................			3.12

Nous avons dit que des prix avaient été proposés pour les collections des meilleurs instruments de drainage au Concours agricole universel de Paris, en 1856 ; ces prix ont été décernés de la manière suivante :

1er prix (125 fr.) : MM. W. Dray et Cie, Swan-Lane, à Londres.
2e prix (100 fr.) : MM. Falatieu et Chavane, maîtres de forges à Bains-en-Vosges (Vosges).

3e prix (75 fr.) : M. Guérard des Lauriers, à Caen (Calvados).
4e prix (50 fr.) : M. Hildebrand, maître de forges à la Semouse, par Plombières (Vosges).

La collection de MM. W. Dray et Cie provenait des fabriques de Birmingham, et avait toutes les qualités des outils qui sortent des meilleures usines de cette importante cité manufacturière; cependant ils ne se distinguaient des autres collections par aucune qualité hors ligne. En donnant le premier prix à cette collection, le jury a voulu récompenser autant qu'il était en lui l'invention même des outils de drainage, invention dont tout le mérite doit être reporté à l'Angleterre. Le jury a voulu aussi rendre hommage à l'éminent ingénieur-draineur M. Parkes, qui a fourni les modèles sur lesquels la collection exposée par MM. Dray et Cie a été fabriquée.

La collection de MM. Falatieu et Chavane se recommandait par une exécution parfaite et des prix très-modérés, comme on peut en juger par ceux que nous reproduisons :

Grande bêche renforcée	10f.95
Grande bêche à douille non soudée	8.00
Bêche ordinaire	5.80
Bêche à languette	5.65
Bêche étroite	4.60
Petite bêche à douille fermée	3.50
Bêche côte massive	6.00
Louchet belge	3.75
Gouge avec collet en fer, bout rond	6.80
Gouge avec collet en fer, moins grande, bout rond	6.75
Gouge sans collet, bout rond	4.60
Gouge avec collet, bout carré	6.80
Gouge avec collet, moins grande, bout carré	6.75
Gouge sans collet, bout carré	4.60
Curette carrée longue	6.75
Curette carrée courte	6.00
Curette ronde, bout rond	6.30
Curette ronde, moins grande, bout rond	6.15
Curette col de cygne, bout carré	7.00
Curette col de cygne, moins grande, bout carré	6.50

Pelle pointue	2f.50
Pelle ronde	2.50
Pelle carrée	2.60
Pelle plate	4.50
Pelle à rebords	4.25
Pic à marteau	7.70
Hache	5.80
Pioche ordinaire	5.60
Pioche plus petite	5.00
Pic à gouge	7.50
Pic à pédale en fer	18.00
Pic à pédale, manche en bois	12.00
Binette ou croc à labourer	4.50
Fourche à 3 dents	2.30
Fourche à 4 dents	3.50
Fourche à 5 dents	3.80
Hache à tracer les tranchées	4.60
Hache à pré	4.10
Hache et pioche	4.70
Pioche à lever les gazons	2.50
Pose-tuyaux sans manche	2.40
Pose-tuyaux à 1 manche	2.90
Pose-tuyaux à 2 manches de rechange	3.40
Marteau	2.35
Dame en fer	50.00
Dame en bois	25.00
Pince en fer	12.00

Nous ne connaissons pas le dépôt à Paris des outils de MM. Falatieu et Chavane.

La collection de M. Guérard des Lauriers était un peu moins complète que la précédente ; mais les instruments ne laissaient non plus rien à désirer pour la bonne exécution.

Voici l'extrait du prix courant de M. Guérard des Lauriers, de Caen :

Dame anglaise en bois et fer	24f.00
Pic à pédale anglais	16.00
Pic à pédale français	14.00
Houe double	13.50
Louchet ordinaire	5.00
Louchet pointu grand	6.00

Louchet pointu petit........................	4f.00
Bêche demi-creuse moyenne........................	8.00
Bêche demi-creuse petite........................	8.00
Bêche demi-creuse grande........................	9.00
Bêche creuse moyenne........................	8.00
Bêche creuse petite........................	8.00

Les louchets servent aux premiers ouvriers, les bêches demi-creuses aux deuxièmes, les bêches creuses aux derniers. Ces bêches sont avec ou sans pédale, sans augmentation de prix.

Écope grande........................	9.00
Écope moyenne........................	9.00
Écope petite........................	8.00
Écope droite grande........................	9.00
Écope droite petite........................	8.00
Bêche à dents épis........................	10.00
Pose-drains pour tuyaux........................	3.00
Pose-drains pour tuyaux et colliers........................	4.00

Les manches des outils de M. Guérard des Lauriers sont en bois de frêne, et ils sont posés avec des vis, afin qu'on puisse pendant les travaux les placer immédiatement, et faire servir le même manche à plusieurs outils. Chaque manche de bêche ou de louchet coûte 1 fr. ; les manches de la drague plate et des écopes valent 1f.50 et 2 fr. Les prix des outils rapportés ci-dessus ne comprennent pas ceux des manches.

M. Hildebrand a un dépôt de ses excellents outils à Paris, chez MM. Vinet, Odelin et Cie, 12, quai de la Mégisserie ; voici un extrait de son prix courant :

Hache à prés pour tracer les tranchée (fig. 310, p. 173)...	4f.25
Bêche polie pour couper les gazons (fig. 329)........................	3.60
Crochet pour mettre de côté les gazons (fig. 332)........................	2.00
Fourche à 3 dents pour enlever la couche végétale........................	4.50
Pelle anglaise pointue pour enlever les terres........................	5.00
Bêche de surface........................	6.50
Bêche plate française........................	3.25
Louchet avec pédale n° 1 ($0^m.35$)........................	5.00
Louchet avec pédale n° 2 ($0^m.37$)........................	5.50
A reporter........	39.60

Report.............	39f.60
Louchet avec pédale n° 3 (0m.40)........................	8.00
Louchet avec pédale n° 4 (0m.45)........................	10.50
Pic pioche, forme anglaise, œil ovale, avec bouts tranchants.	7.50
Hache à marteau pour couper les racines et casser les pierres dans les tranchées (fig. 310, p. 147)...............	7.00
Pelle de fond, courbe, à bords relevés et bout échancré...	6.50
Drague à col de cygne............................	7.50
Drague droite à col de cygne, demi-ronde............ .	8.00
Écope ou curette de fond n° 1 (0m.35 sur 0m.10)..........	5.30
Écope ou curette de fond n° 2 (0m.31 sur 0m.08)..........	7.10
Pose-tuyaux, forme anglaise.........................	4.00
Marteau à fendre et à percer les tuyaux (fig. 352)........	2.00
Dame pour battre le fond des tranchées (système Lauret)..	12.00
Houe pour remplir les tranchées.........................	5.00
Prix total de la grande collection complète......	130f.00

Tous ces outils sont fabriqués avec des fers fins de Comté et des aciers de qualité supérieure.

M. Hildebrand vend pour le prix de 57f.15 la collection moyenne des outils rigoureusement nécessaires ainsi composée :

Bêche polie pour couper les gazons........................	3.60
Crochet recourbé pour mettre de côté les mottes de gazon..	2.00
Pelle anglaise pointue pour enlever les terres...............	5.00
Bêche plate française....................................	3.25
Louchet à pédale, n° 1 (0m.35)..........................	5.00
— — n° 2 (0m.40)..........................	8.00
Pic-pioche, façon anglaise, œil oval, bouts tranchants.....	7.50
Hache-marteau pour couper les racines et casser les pierres des tranchées....................................	7.00
Pelle de fond, courbe, à bords relevés et bout échancré.....	6.50
Écope ou curette de fond (0m.31 sur 0m.08)...............	5.30
Pose-tuyaux, forme anglaise..............................	4.00
Total..................	57.15

La question de la fabrication des outils de drainage en France a fait, comme on voit, de très-grands progrès depuis la publication de la première édition de notre ouvrage, qui a servi, ainsi qu'ont bien voulu le reconnaître

publiquement plusieurs fabricants, à faire trouver les formes les plus convenables. Les détails dans lesquels nous venons d'entrer sur les prix des divers instruments, et sur leurs appropriations spéciales, ne laisseront plus rien à désirer, nous l'espérons, lorsque nous y aurons joint quelques renseignements sur le poids de chaque outil. Afin de donner des chiffres qui puissent être comparables dans tous les cas, nous avons prié M. Barbier de nous fournir tous les éléments de la fabrication des instruments dont les dessins ont été réunis dans les figures 311 et 312 qui précèdent (p. 148 et 149). Ces outils, fabriqués en fer de Comté (marque de la Hutte), sont très-fortement aciérés; ils ont été exécutés, sous la direction de M. Barbier, par M. J.-B. Charles, taillandier à Marault, arrondissement de Chaumont (Haute-Marne). Le travail est fait sans étampe; l'outil est étiré et corroyé au petit marteau. Les prix suivants sont relatifs à des livraisons au-dessus de 100 kilogrammes :

Désignation des outils.	Poids de l'outil.	Prix des 100 kil.	Prix de l'outil nu.	Prix du manche.	Prix total de l'outil.
	kil.	fr.	fr.	fr.	fr.
Bêche de surface......	2.500	250	6.25	0.65	6.90
Gouge pour collecteur..	3.000	300	9.00	1.00	10.00
Gouge moyenne.......	2.700	300	8.10	1.00	9.10
Gouge pour tuyaux de 0m.03..............	1.900	300	5.70	1.00	6.70
Gouge horizontale.....	1.200	300	3.60	1.00	4.60
Drague ronde..........	1.300	300	3.90	1.00	4.90
Drague plate..........	1.500	300	4.50	1.00	5.50

Ces outils sont destinés aux terres argilo-calcaires et argilo-siliceuses.

Louchet de surface.....	1.500	300	4.50	0.65	5.15
Bêche à fer de lance....	2.500	230	5.75	1.15	6.90
Pioche-fourche........	1.500	200	3.00	0.50	3.50
Binette...............	2.000	250	5.00	0.50	5.50

Ces outils sont employés dans les terres graveleuses ou dans les sols argileux empâtant les graviers.

Désignation des outils.	Poids de l'outil. kil.	Prix des 100 kil. fr.	Prix de l'outil nu. fr.	Prix du manche. fr.	Prix total de l'outil. fr.
Fourche à 4 dents......	2.750	350	9.62	0.50	10.12
Fourche à 2 dents......	3.500	350	12.25	"	12.25
Têtu de tranchée.......	4.875	160	7.80	0.50	8.30
Pic de tranchée........	2.000	250	5.00	0.50	5.50
Hache-gouge..........	1.600	300	4.80	0.50	5.30
Ces outils sont employés dans les argiles empâtant des cailloux ou dans des couches rocheuses.					
Posoir à 3 rondelles....	1.000	250	2.50	1.00	3.50
Bêche à racines.	2.500	230	5.75	1.15	6.90
Boutoir de tranchée. ...	"	"	"	"	3.50
Pédale à charnière.	"	"	"	"	2.25

Pour les outils de bois munis de garnitures aciérées, que M. Barbier emploie dans les glaises adhérant aux instruments en fer, nous ajouterons encore les chiffres suivants :

Désignation des outils.	Façon et fourniture du bois.	Ferrage.	Prix total de l'outil.
Gouge en bois, aciérée. ...	2f.50	3f.50	6f.00
Pelle en bois, aciérée.....	0.80	3.00	3.80
Louchet en bois, aciéré. .	2.00	2.50	4.50

D'après les dimensions rapportées sur les dessins, et en les comparant aux dimensions des outils que l'on peut faire construire, on se rendra compte facilement des prix de revient, en se servant des données que nous a communiquées M. Barbier.

CHAPITRE XVI

Manœuvre des outils

Les ouvriers terrassiers acquièrent facilement l'habitude des outils de drainage; ils devinent sans peine le mode d'emploi le plus avantageux. Pour les bêches de drainage

à manche droit, elles se manœuvrent comme les bêches ordinaires, à l'aide des deux mains placées l'une en haut, l'autre vers la partie médiane, le pied gauche appuyé sur le bord supérieur de l'instrument. Les outils à poignée ou à béquille se manœuvrent le plus souvent différemment. L'ouvrier tient la tête du manche à deux mains, et il appuie sur la bêche ou sur la pédale, avec le pied, jusqu'à ce que l'outil se soit enfoncé de la profondeur voulue. Les figures 315, 316 et 317, dessinées d'après nature, représentent cette manœuvre pour la fourche à quatre dents, employée dans les graviers durs agglutinés par des glaises, pour la bêche de surface servant dans les argiles siliceuses, et pour le louchet en usage dans les terres fortes, ainsi que nous l'avons dit précédemment en décrivant les outils de M. Barbier (chap. XIV, p. 150).

Lorsque l'outil est suffisamment enfoncé, l'ouvrier, en se rejetant légèrement en arrière, tire à lui la poignée par petites secousses pour détacher le prisme de terre; il fait ensuite descendre l'une des mains le long du manche pour soulever ce prisme, et le déposer sur le bord de la fouille, comme cela est indiqué par la figure 273 donnée précédemment (p. 130).

Dans tous les terrains la manœuvre n'est pas la même; ainsi, pour les marais, on tient le grand louchet (fig. 318) la main gauche sur le manche, la main droite sur la béquille.

La pelle plate de second fer de bêche se tient avec les deux mains, le corps penché en avant, de manière à ramasser tous les débris et à faire un fond net (fig. 319).

Lorsqu'on a déjà procédé à l'enlèvement de deux fers de bêche, on ne descend pas davantage dans les tranchées très-étroites; on doit achever le travail en restant en haut; on régularise l'inclinaison des talus avec une bê-



Fig. 315. -- Manœuvre de la fourche à 4 dents.



Fig. 316. — Manœuvre de la bêche de



Fig. 317. — Manœuvre du louchet.



Fig. 318. — Manœuvre du grand lou marais.



Fig. 319. — Manœuvre de la pelle de second fer de bêche

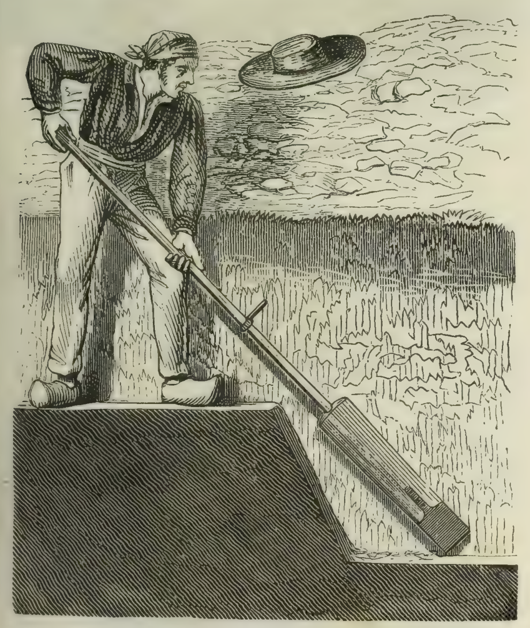


Fig. 320. — Première manœuvre de la gouge de fond.

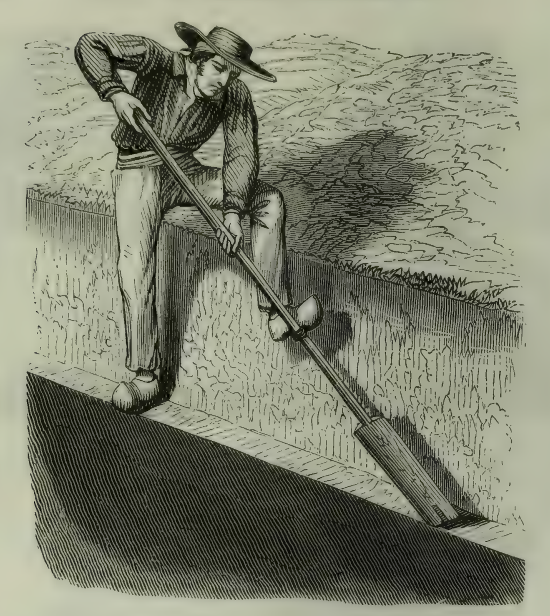


Fig. 321. — Deuxième manœuvre de la gouge.



Fig. 322. — Ouvrier maniant l'écope.



Fig. 323. — Manœuvre de la drague horizontale.



Fig. 324. — Manœuvre de la hache-gouge.

che ou avec une gouge comme le montre la figure 320, et ensuite, en appuyant avec le pied sur la pédale, qui doit être placée à une hauteur convenable sur le manche (fig. 321), on continue l'aprofondissement. On nettoie et régularise le fond, en se tenant (fig. 322) en haut de la tranchée, à l'aide de l'écope ou de la drague.

Lorsqu'on a affaire à des terrains pierreux dans lesquels la tranchée est nécessairement assez large pour qu'on puisse y descendre, on nettoie à l'aide de la drague hori-

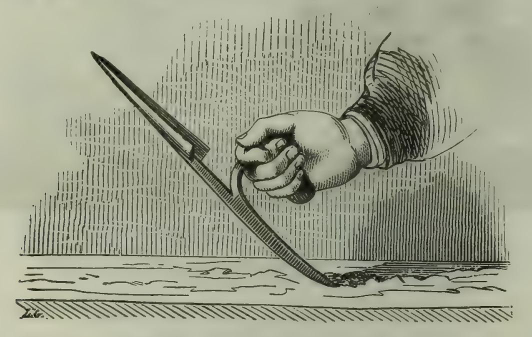


Fig. 325. — Première manœuvre du boutoir de tranchée.

zontale manœuvrée par l'ouvrier comme le montre la figure 323. Dans ces mêmes terrains, on se sert, pour déblayer les pierres, de la hache-gouge, en descendant dans la tranchée (fig. 324), et on régularise le lit des tuyaux à l'aide du boutoir, dont la pointe arrache et dont la gouge sert à rejeter les petites pierrailles (fig. 325 et 326).

Pour diminuer l'adhérence de l'argile sur les instruments, il est bon de les tenir constamment mouillés, lorsqu'on n'a pas recours aux outils en bois; à cet effet, chaque ouvrier place auprès de lui un seau rempli d'eau, et il y plonge chaque fois le fer de la bêche avant de l'enfoncer dans le sol.

Nous ne terminerons pas ce chapitre sans dire que les ouvriers habiles n'ont pas besoin d'outils extrêmement variés; quatre bêches, une pelle, une drague, sont les instruments les plus nécessaires; il en faut autant de jeux

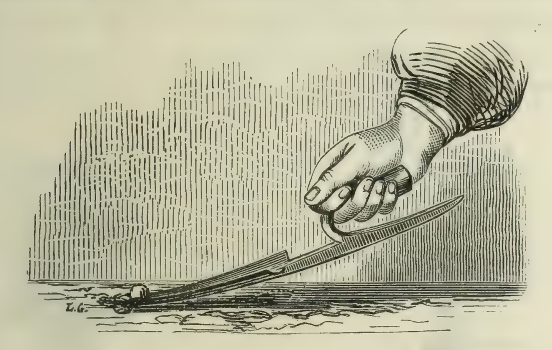


Fig. 326. — Deuxième manœuvre du boutoir de tranchée.

que d'ouvriers. Pour les autres instruments, un seul exemplaire suffit en général dans des chantiers même très-étendus.

CHAPITRE XVII

Ouverture des tranchées

Lorsqu'on veut procéder à l'ouverture d'une tranchée, on tend un cordeau de 20 à 25 mètres de longueur dans la direction qui a été déterminée par des jalons ou même encore par des piquets, comme on l'a vu dans le chapitre XI (p. 126). Le cordeau dont on se sert est enroulé sur un simple piquet en bois (fig. 327), dans lequel sont implantées deux barres horizontales, qui permettent de donner au piquet un mouvement de rotation destiné à

tendre le cordeau. A la place de ce piquet on peut aussi se servir d'une bobine en fer (fig. 328), inventée par M. Barbier, et sur la cage extérieure C de laquelle se trouve enroulée la corde. Cette cage tourne autour de l'axe central quand on la soulève à l'aide de l'anneau. Si on la laisse retomber, la goupille A pénètre dans l'échancrure B; la cage alors ne tourne plus, la corde ne peut plus se dérou-

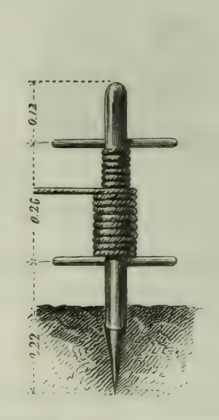


Fig. 327. — Piquet pour enrouler le cordeau employé à tracer les tranchées.

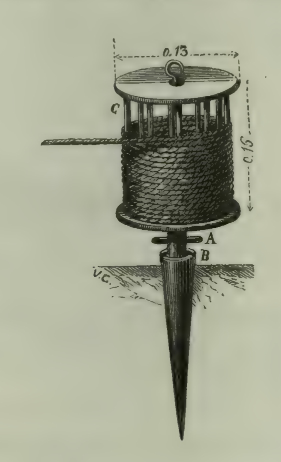


Fig. 328. — Bobine de M. Barbier pour enrouler le cordeau employé à tracer les tranchées.

ler, et reste tendue, fixée qu'elle est à un piquet par son autre extrémité.

Le long du cordeau, placé à 50 centimètres environ des piquets indicateurs, on trace, dans les terrains gazonnés, une ligne droite à l'aide d'une forte et lourde bêche, bien aciérée, en forme de langue de bœuf, et dont le manche est terminé par une poignée ou une béquille (fig. 329). Le cordeau est reporté parallèlement à lui-même à la dis-

tance qui détermine la largeur de la tranchée, et une seconde ligne est tracée de la même façon.

Lorsque le sol est garni d'un gazon épais, lorsqu'il est couvert de nombreuses racines de bruyères, de genêts, de

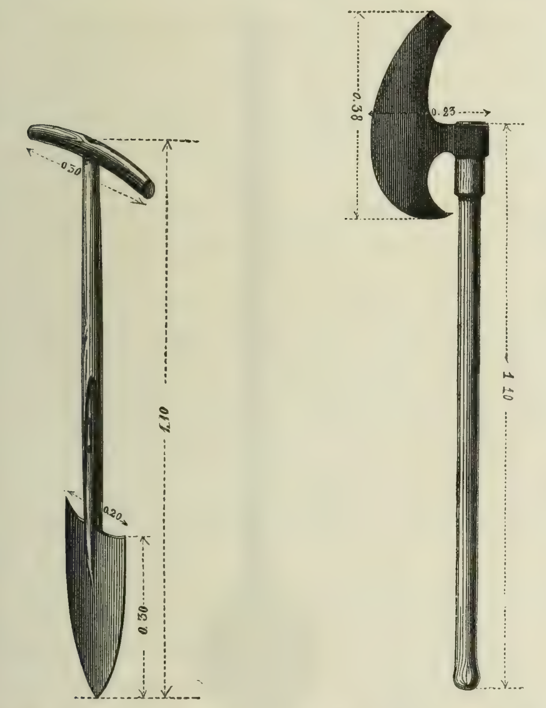


Fig. 329. — Bêche en forme de langue de bœuf pour tracer la direction des tranchées.

Fig. 330. — Hache pour tracer la direction des tranchées.

joncs, etc., on remplace avec avantage la bêche précédente par une hache (fig. 330) munie d'un long manche, qui tranche plus facilement les durs filaments des plantes,

et qui fait, maniée avec les deux mains, une profonde coupure dans le gazon.

M. Grandvoinnet a décrit encore un autre instrument pour couper le gazon; c'est une roulette (fig. 331) dont il

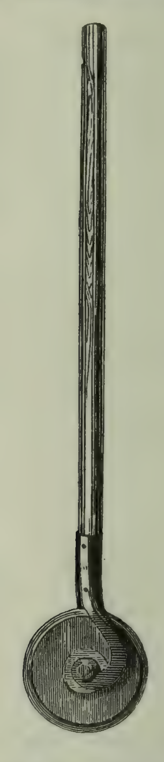


Fig. 331. — Roulette à dégazonner de M. Poloneau.

attribue l'invention à M. Poloneau. « Avec cet instrument, dit le professeur de mécanique de Grignon, que l'on pousse en avant, tout en appuyant énergiquement sur le man-

che, la coupure se fait rapidement et bien, si le terrain n'est pas sensiblement pierreux. Nous l'avons vu employer avantageusement par MM. Campo-Casso et Chauviteau dans les drainages qu'ils ont exécutés en diverses localités. Cet outil a l'inconvénient d'être d'un prix assez élevé, la lame circulaire devant être en tôle d'acier, et ne servir absolument que pour ce premier travail de découpage, assez peu important par rapport aux suivants; mais cependant son prix d'acquisition serait remboursé par la rapidité d'exécution qu'il procurerait lorsque la surface serait un peu étendue.

Si la surface à drainer offre une résistance moyenne, on peut employer la bêche ordinaire pour ce tracé préliminaire.

A l'aide de la bêche, du louchet ou de la fourche à plusieurs dents, on entame la première couche gazonnée. On enlève avec facilité les mottes découpées à l'aide d'un crochet léger à deux pointes (fig. 332), qui permet de les placer rapidement sur la tranchée en les retournant de manière à mettre l'herbe en dessous.

Pour découper et enlever les gazons, on peut aussi se servir avec avantage dans les prés de la pioche que représente la figure 333.

C'est une mesure que l'on doit adopter généralement, dans l'ouverture des tranchées, de placer à part les terres du dessus et les terres du fond ou du sous-sol.

On peut, dans ce but, mettre les terres de la surface du côté gauche et celles du fond du côté droit, comme cela est représenté dans les figures 269 à 272 que nous avons données précédemment (p. 128 et 129), pour montrer les formes des tranchées. On peut aussi jeter le tout d'un même côté, de manière à laisser libre un des bords des tranchées; dans ce cas, on met plus loin les terres de la surface et

près celles du fond. Une règle dont il ne faut pas se départir consiste à faire jeter la plus grande masse de terre sur le côté le plus bas de la tranchée. En effet, si on plaçait cette terre sur le côté le plus haut, elle pourrait tomber dans la tranchée, s'il survenait de grandes pluies avant qu'elle fût achevée. Lorsqu'on creuse un drain collecteur,

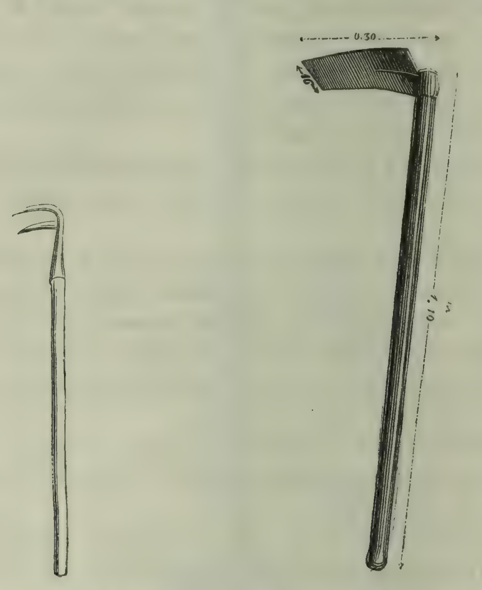


Fig. 332. — Crochet à deux pointes pour mettre de côté les mottes de gazon.

Fig. 333. — Pioche à lever les gazons.

et que les petits drains sont tous d'un même côté, on doit jeter du côté opposé toute la terre provenant de la fouille du collecteur. Si les petits drains aboutissent des deux côtés dans le drain principal, on éloigne à 1 mètre es terres de déblai.

La première levée de terre a 0m.30 de profondeur; lorsqu'elle est effectuée, on régularise parfaitement d'abord les faces latérales de la tranchée, à l'aide de la bêche de surface, et ensuite le fond, en enlevant avec une pelle de surface tous les débris de terre égrenée qui gêneraient les travaux suivants.

Une des conditions essentielles d'un bon drainage consiste à bien déterminer le point d'écoulement de la tranchée principale, qui doit avoir une issue franche et nette. Ce point d'écoulement doit nécessairement être placé sur la partie la plus basse de la pièce à drainer. On est alors parfois obligé de faire une profonde section à travers une autre partie de terrain. On ne doit pas reculer devant les frais que cette opération peut entraîner, car un drainage sans un écoulement net et convenable est une dépense stérile. Nous avons vu précédemment comment, à l'aide des méthodes du nivellement et des instruments que nous avons décrits, on arrive à cette détermination. On ne saurait employer pour ce travail un agent trop capable. Il n'y a pas de plus mauvaise économie que celle qui soumet le tracé d'opérations de drainage, entraînant une dépense de plusieurs milliers de francs, à des agents qui ne s'attachent qu'à économiser quelques centaines de mètres de tranchées. Le point d'écoulement fixé, et étant donné que les petits drains seront dirigés perpendiculairement aux lignes de niveau ou parallèlement à la plus grande pente de terrain, lorsque dans ce tracé il se trouve que les sillons ont cette même direction, il faut s'en servir pour diminuer les frais de fouille, et disposer les distances des petits drains en conséquence. Mais partout où il n'y a pas coïncidence rigoureuse de direction et convenance complète de distance, il ne faut pas tenir compte soit des sillons qui découpent le terrain à drainer en planches, soit

des sillons maîtres, trop souvent irréguliers, qui servent à l'écoulement des eaux. On peut toutefois, quand la direction du drain a été donnée par le cordeau et tracée avec la bêche en forme de langue de bœuf, ouvrir la tranchée avec la charrue et faire ainsi une certaine économie sur la fouille. C'est le parti qu'a adopté M. Dufour, fermier aux Corbins (Seine-et-Marne), qui a enlevé une couche d'une épaisseur de 20 à 25 centimètres sur toute l'étendue de ses drains par deux raies de charrue.

L'ouverture de la partie supérieure des tranchées à l'aide de charrues ne dispense pas de rejeter la plus grande partie de la terre remuée sur le bord de la tranchée à l'aide de pelles, et de régaler ensuite les parois latérales à l'aide de bêches. Nous pensons donc que ce n'est que dans des terrains de graviers, où le travail à la bêche s'effectue mal, que les charrues ordinaires peuvent rendre quelques services pour ce genre de travail. Nous décrirons, du reste, dans un prochain chapitre, les diverses charrues spéciales qui ont été proposées pour ouvrir, soit en partie, soit complétement, les tranchées, et même pour placer en même temps les tuyaux, sans avoir besoin de combler l'ouverture faite dans le sol.

Après la première fouille, on procède à la seconde, dans laquelle on cherche à faire une prise de terre de 0m.30 à 0m.40 de profondeur, à l'aide de l'une des bêches creuses précédemment décrites, ayant, l'une environ 0m.50 de hauteur (fig. 293), l'autre 0m.38 (fig. 297), selon la force de l'ouvrier et la nature du terrain, qui peut demander un outil plus ou moins lourd. On doit, comme pour la première fouille, régulariser avec soin les faces latérales de la tranchée, ce qui s'effectue avec les mêmes bêches. Si la terre est consistante, il ne reste presque rien dans le fond de la tranchée; un ouvrier habile enlève des mottes entières

sans laisser tomber pour ainsi dire de débris. Il n'en est plus de même dans les terres qui s'égrènent ; alors la masse des débris est considérable. Dans tous les cas, on ne peut pas enlever ces débris avec la pelle ordinaire, parce que la tranchée est trop étroite pour qu'on puisse y manœuvrer cet outil en y descendant. On se sert pour ce travail de la drague ou curette carrée et plate à long manche que représente la figure 334. On manœuvre cet outil du haut de la tranchée. On peut aussi employer dans ce but une grande drague courbe, mais elle effectue un travail moins propre.

On fait de la même manière une troisième fouille sur une profondeur convenable de 0m.30 à 0m.40, et on régularise les parois latérales et le fond de la tranchée. Les bêches que l'on emploie sont les bêches creuses n° 2 (fig. 294 et 298), que nous avons décrites precédemment (p. 140 et 141).

On procède enfin à l'enlèvement de la dernière couche de terre, sur une nouvelle profondeur de 0m.30 à 0m.40, en employant les bêches n° 3 (fig. 295 et 299), et il ne reste plus qu'à nettoyer le fond des tranchées avec les écopes manœuvrées d'en haut.

On voit qu'on a enlevé quatre prises de terre chacune au moins de 0m.30 ; on est donc arrivé à la profondeur voulue, 1m.20 en moyenne, profondeur qu'il sera facile de dépasser ou de ne pas atteindre selon les cas.

Il est bien entendu que dans les terrains pierreux on modifiera ce genre de travaux ; on sera forcé de faire des tranchées plus larges, pour y descendre, y faire jouer le pic et la pioche. On opérera en employant les divers outils décrits dans le chapitre XIV, et dont la manœuvre a été indiquée dans le chapitre XVI.

Si on a à faire à des terres très-meubles, qui menacent

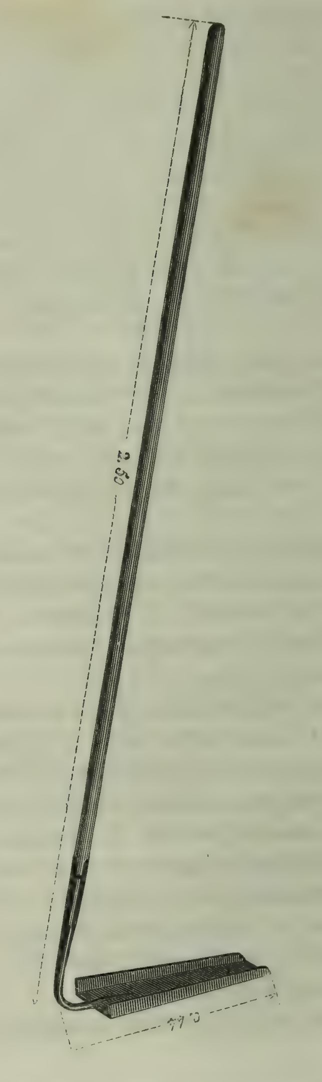


Fig 334. — Drague plate de drainage.

de s'ébouler facilement, on est obligé quelquefois d'étançonner les parois latérales à l'aide de planches (fig. 335),

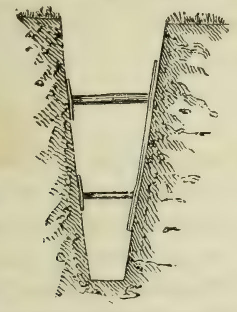


Fig. 335. — Tranchée étançonnée dans un terrain très-meuble.

maintenues contre les côtés par des morceaux de bois transversaux formant des arcs-boutants. Dans un terrain très-coulant, il faut placer de la paille ou des fascines entre le sol et les planches de soutènement. Cette opération est difficile dans les tranchées très-étroites, aussi est-on obligé, le plus souvent, d'augmenter leur largeur pour les terrains qui demandent à être boisés contre les éboulements, et il en résulte une forte augmentation de dépense.

On sait, d'après les expériences des travaux de terrassement, quel temps il faut employer pour fouiller et jeter sur la berge un mètre cube de terres de diverses natures. En rassemblant les données connues, nous avons calculé la table suivante, qui pourra être utile pour l'entreprise des travaux de drainage :

Nature des terres.	Temps nécessaire à un ouvrier pour fouiller et jeter 1 mètre cube.	Mètres cubes fouillés et jetés en une journée de 10 heures par 1 ouvrier.
	Heures.	m.
Argile ordinaire.	2.32	4.32
Argile forte.	3.60	2.78
Argile forte avec pierres. . .	4.48	2.43
Tuf ordinaire.	5.40	1.78
Tuf dur avec pierres.	7.20	1.39

Nature des terres.	Mètres courants de tranchées, de 1m.20 de profondeur et 0m.47 de largeur à l'orifice, qu'un ouvrier peut ouvrir en une journée de 10 heures de travail effectif. Mètres.
Argile ordinaire.........	12.6
Argile forte.............	8.1
Argile forte avec pierres...	6.5
Tuf ordinaire............	5.2
Tuf dur avec pierres......	4.1

Ces calculs sont faits pour des ouvriers ordinaires.

« Aussitôt que les ouvriers, dit M. Mangon dans ses *Instructions sur le Drainage*, par quelque apprentissage payé à la journée, ont pu se rendre compte de cette nature de travaux, les tranchées doivent toujours être exécutées à la tâche; c'est dire assez qu'il faut laisser aux ouvriers toute latitude pour leur organisation par brigade. Le groupement par trois ouvriers est le mode d'opération le plus ordinairement employé ; mais la division par groupes, soit de trois, soit de cinq hommes, n'est nullement indispensable. On rencontre quelquefois des ouvriers très-adroits qui préfèrent être seuls, d'autres qui exécutent leur tranchée à deux seulement, et ainsi de suite.

« Il est impossible d'indiquer d'avance la longueur de la tranchée que chaque homme peut ouvrir par jour; elle varie avec son habileté et la nature du sol. Dans de fortes argiles plastiques, mais sans pierres, chaque ouvrier peut ouvrir de 20 à 30 mètres de tranchées par journée ; dans certains sols pierreux, le meilleur ouvrier ne dépasse pas une longueur de 4 à 5 mètres par jour. »

Il y a diverses manières d'organiser les chantiers. M. Leclerc conseille en Belgique des brigades de cinq ouvriers; nous croyons que les brigades de trois ouvriers suffisent et font une besogne meilleure et plus économique; c'est ce nombre qu'il faut adopter dans les cas les plus généraux, c'est-à-dire lorsque le terrain ne présente pas une diffi-

culté exceptionnelle. Le premier ouvrier ou chef de brigade trace la tranchée et enlève la couche de terre végétale; le second donne les deux coups de bêche suivants; le troisième termine l'approfondissement de la tranchée et en régale avec soin le fond et les faces latérales.

Si on est obligé d'employer la pioche, le second ouvrier fouille avec cet instrument, tandis que le troisième déblaye les terres avec une pelle ordinaire, tant que l'on n'est pas à une profondeur de la tranchée supérieure à 33 centimètres; quand on est arrivé plus bas, on emploie pour cet objet les pelles plus étroites que nous avons précédemment décrites. Dans ce cas, le troisième ouvrier achève aussi le régalage du fond et des parois latérales.

Le dernier approfondissement, dans tous les cas où des bancs de pierres ou de cailloux n'exigent pas qu'on fasse des tranchées assez larges, se fait avec les écopes et les curettes maniées du haut de la fouille; car nous avons dit que les ouvriers ne pouvaient pas se tenir facilement dans les tranchées étroites, et, pour que l'ouvrage soit bien fait, ils ne doivent pas essayer d'y descendre, car ils causeraient alors de très-nombreux éboulements.

M. Grandvoinnet a résumé dans les tableaux suivants, que nous lui empruntons en les modifiant légèrement, la méthode que nous avons conseillée dès la première édition de cet ouvrage, qui est suivie avec succès par un grand nombre de praticiens, et qui a été adoptée dans les *Instructions pratiques*, publiées par M. Mangon, par ordre du ministre de l'agriculture :

TERRAIN ARGILEUX HOMOGÈNE.

1er *ouvrier* : Tracé, découpe et enlève un premier fer de bêche avec la bêche de surface.

2e *ouvrier* : Enlève deux fers de bêche successifs, avec les bêches creuses nos 1 et 2.

3e *ouvrier :* Enlève le quatrième fer de bêche et régale le fond de la tranchée, avec la bêche creuse n° 3 et la curette.

TERRAIN PIERREUX.

1er TEMPS.

1er *ouvrier :* Trace, découpe et enlève le premier fer de bêche.
2e *ouvrier :* Fouille le deuxième fer.
3e *ouvrier :* Déblaie devant le 2e ouvrier.

2e TEMPS.

1er *ouvrier :* Déblaie devant les deux autres ouvriers.
2e *ouvrier :* Fouille le troisième fer.
3e *ouvrier :* Fouille le quatrième fer.

M. Grandvoinnet résume ainsi la méthode conseillée par M. Stephens, l'un des premiers auteurs des traités anglais sur le drainage; M. Stephens conseille aussi les brigades de trois ouvriers.

TERRAIN ARGILEUX.

1er TEMPS.

1er *ouvrier :* Place le cordeau, découpe le long de ce cordeau; déblaie ensuite et régularise après les deux autres ouvriers.
2e *ouvrier :* Enlève le premier fer et le jette sur le sol avec une bêche de surface.
3e *ouvrier :* Bêche le deuxième fer et le jette avec la bêche creuse n° 1.

2e TEMPS.

1er *ouvrier :* Déblaie et régularise après les deux autres ouvriers, et achève le fond de la tranchée avec une curette.
2e *ouvrier :* Coupe et jette le 3e fer (bêche creuse n° 2).

3e TEMPS.

3e *ouvrier :* Coupe et jette le 4e fer (bêche creuse n° 3).

TERRAIN PIERREUX.

1er TEMPS.

1er *ouvrier :* Trace au cordeau, découpe sur les deux côtés et déblaie après le 2e ouvrier en régularisant les flancs de la tranchée.
2e *ouvrier :* Enlève le premier fer avec une bêche de surface ou pelle-bêche.
3e *ouvrier* : Fouille avec le pic pour le deuxième fer.

2e TEMPS.

1er *ouvrier :* Place le cordeau réglant la profondeur aux différents points, enlève le déblai après le 2e ouvrier et régularise.

2e *ouvrier :* Enlève à la pelle ou à la drague le deuxième fer pioché précédemment par le 3e ouvrier.

3e *ouvrier :* Entame au pic le troisième fer.

3e TEMPS.

1er *ouvrier :* Enlève et régularise après le 2e ouvrier en curant le fond et régalant.

2e *ouvrier :* Enlève la presque totalité du déblai fouillé par le troisième ouvrier.

3e *ouvrier :* Fouille le dernier fer au moyen du pic.

On voit que M. Stephens suppose, comme nous, qu'on enlèvera quatre fers de bêche ; M. Mangon dit qu'on exécute souvent le déblai en trois levées de terre; l'expérience apprend que des hommes très-robustes peuvent seuls opérer ainsi, et même dans des terrains exceptionnellement faciles.

Au lieu de faire les brigades de trois ouvriers, M. Leclerc, avons-nous dit, conseille de les composer de cinq hommes. Le chef de brigade « enlève, selon cet ingénieur, la terre végétale sur une épaisseur d'environ 0m.30 en travaillant à reculons et en tenant la bêche des deux mains par la poignée supérieure, et non, comme les terrassiers français ou belges en ont souvent l'habitude, en posant une main sur la poignée et l'autre sur le manche; il enfonce complétement la bêche dans la terre en appuyant ou en frappant du pied sur l'arête supérieure du fer; il incline ensuite le manche vers lui en lui imprimant quelques légères secousses qui détachent la terre ; il enlève celle-ci en saisissant d'une main la bêche par le bas du manche, tandis que l'autre main reste à la poignée, et il la dépose sur le côté de la rigole qui a reçu ou qui doit recevoir plus tard les matériaux nécessaires à la construction du conduit. Chaque tranche que l'ouvrier emporte de la

sorte peut avoir 0m.25 à 0m.28 de largeur. Lorsqu'il a déblayé le drain sur une petite longueur, un autre ouvrier suit, travaillant la face vers le premier, et enlevant avec la pelle la terre ameublie qui reste toujours au fond de la tranchée après chaque creusement à la bêche.

« Un troisième ouvrier fait une seconde levée. Il marche à reculons et se sert d'une bêche plus étroite. Il est obligé de pratiquer d'abord une incision sur les côtés latéraux du fossé, ce qu'il fait de manière à donner aux talus une légère inclinaison. La nouvelle levée a, comme la première, environ 0m.30 de profondeur ; quand elle est faite sur une petite étendue, le second ouvrier vient en nettoyer le fond avec sa pelle, et arranger proprement les talus, afin qu'il s'en détache plus tard le moins de terre possible.

« La troisième levée de terre (faite par un quatrième ouvrier) est extraite à l'aide d'une bêche plus étroite et plus longue que la précédente. L'ouvrier la manie comme nous l'avons dit déjà, et c'est surtout à mesure qu'il enlève des tranches situées de plus en plus profondément qu'il doit avoir soin de travailler dans une position droite, et de ne se baisser pour prendre son outil par le manche que quand il veut soulever et jeter hors du drain la terre qu'il a détachée. Il reste de nouveau au fond du fossé une certaine quantité de terre que la bêche n'a pas enlevée, et qu'il faut extraire avant de poursuivre le travail. Cette besogne est faite, dans ce cas, par l'ouvrier même qui bêche la terre, après qu'il a reculé de 2 à 3 mètres. Il emploie à cet effet, soit une pelle étroite, soit une drague carrée à long manche, dont il se sert sans bouger de place. Ces deux instruments ont une largeur à peu près égale à celle du fossé, qui, à cette profondeur, ne mesure plus que 0m.18 0m.20. En coupant la terre sur les côtés, l'ouvrier a encore soin de donner à sa bêche une légère inclinaison, de

manière à continuer le talus commencé par l'ouvrier précédent. La profondeur de la troisième levée est en général de 0m.32 à 0m.35.

« Le déblai est achevé à l'aide d'une bêche creuse et très-longue, qui permet à un cinquième ouvrier d'atteindre avec facilité la profondeur voulue. On fait encore avec cette bêche deux incisions latérales avant que d'enlever la terre; on règle l'inclinaison du manche de manière à n'avoir au fond qu'une largeur à peu près égale à celle des tuyaux qui doivent former le conduit du drain. Quand le dernier terrassier a mis la tranchée à fond sur une longueur de 2 à 3 mètres, il la nettoie lui-même, sans changer de place, au moyen d'une drague cylindrique de largeur variable, qui sert à la fois à enlever la terre ameublie et à donner au fond du drain une forme cylindrique d'une largeur égale au diamètre extérieur des tuyaux ou des manchons. »

Cette manière systématique de travailler serait excellente si on ne devait jamais rencontrer de pierre ou d'autre obstacle ; toutefois, le travail est inégalement réparti ; le second ouvrier a un travail plus facile que celui du quatrième et du cinquième. Nous croyons que trois ouvriers feront toujours mieux que cinq un ouvrage qui demande du soin, et en conséquence une responsabilité personnelle. La question du prix de revient, de la plus haute importance ici, prononce aussi en faveur du nombre d'ouvriers que nous conseillons.

On doit toujours commencer l'ouverture des tranchées par la partie la plus basse du terrain, afin que les eaux que l'on peut y rencontrer ou les eaux pluviales tombées pendant le travail ne puissent pas gêner les ouvriers.

On creuse d'abord, en partant du bas et dans toute son étendue, la décharge principale.

On passe ensuite à la fouille du premier collecteur secondaire. Celui-ci étant ouvert dans toute son étendue, toujours en allant de l'aval vers l'amont, on attaque successivement chacun des petits drains qui doivent s'y déverser; quand l'un est ouvert et vérifié, on y pose les tuyaux, et on peut procéder à son remplissage. On passe au second petit drain, puis au troisième, etc., de ce même drain collecteur secondaire, jusqu'à ce que tous soient entièrement terminés. Alors on peut placer les tuyaux dans le premier drain collecteur secondaire.

On opère de la même manière pour le second collecteur secondaire et pour l'ensemble de ses petits drains; et ainsi de suite.

Quand tous les drains collecteurs secondaires sont terminés, on achève à son tour la décharge principale, et on effectue les travaux accessoires, regards, bouches, etc.

On peut aussi tailler les petites tranchées en commençant par les plus éloignées du point de décharge. De cette manière, à mesure que chaque tranchée est ouverte dans toute son étendue, on peut la garnir de tuyaux ou autres matériaux sur tout son parcours, et la combler, de même que la partie de la tranchée principale, en descendant jusqu'à la plus proche embouchure ou jonction du petit drain suivant. Il faut du reste éviter d'avoir une grande quantité de tranchées ouvertes en même temps et dans lesquelles les tuyaux ne soient pas posés; la moindre gelée blanche en émiette les parois latérales, la pluie y cause des éboulements, et on dépense en pure perte beaucoup de temps, de peine et d'argent.

CHAPITRE XVIII

Règlement des pentes et vérification des tranchées

Nous venons de voir que les ouvriers terrassiers employés aux opérations de drainage, travaillant généralement par petites brigades de trois à cinq hommes à chaque tranchée, commencent par l'extrémié inférieure,

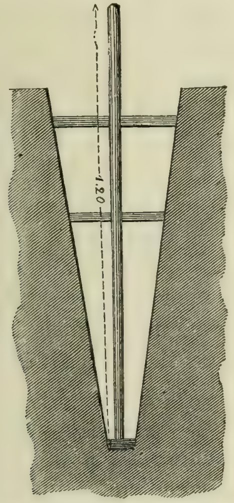


Fig. 336. — Vérification des dimensions d'une tranchée par un gabarit.

pour n'être pas gênés par l'eau venant de la partie supérieure du terrain. Dès qu'une tranchée est achevée, l'inspecteur ou le directeur des travaux doit l'examiner exactement sous deux points de vue : sous celui de ses dimensions et sous celui de sa pente.

On vérifie facilement les dimensions d'une tranchée en essayant d'y introduire un petit gabarit (fig. 336), formé

de trois petites règles parallèles de grandeurs inégales, fixées horizontalement sur une quatrième règle verticale, de manière à produire une figure exacte de la forme de la tranchée qu'on veut obtenir. Quelquefois on rend les petites règles mobiles de manière à faire servir un même gabarit à différentes tranchées; mais les ouvriers ont alors trop de facilité pour modifier la forme des tranchées et pour diminuer la quantité de travail à laquelle ils se sont engagés dans des travaux qui d'ordinaire s'effectuent à la tâche. Nous pensons donc qu'il est de beaucoup préférable d'avoir autant de gabarits que l'on a de types de sections différentes à donner aux diverses tranchées.

Les tranchées de même type ne sauraient avoir partout la même profondeur. Pour que cette même profondeur pût exister, il faudrait que la surface extérieure du terrain à drainer fût rectiligne, ce qui n'est pas le cas général. La figure 337 montre, en effet, que, la surface du terrain étant TA, si on s'assujettissait à une profondeur identique en tous points pour la tranchée, la ligne de tuyaux TB présenterait des sinuosités dans lesquelles l'eau séjournerait et donnerait lieu à des dépôts. Au contraire, avec des profondeurs inégales, on peut obtenir une ligne de tuyaux bien droite TC, dans laquelle l'écoulement de l'eau n'éprouvera aucun obstacle.

On comprend ainsi que l'uniformité de la pente du fond des tranchées est ce qu'il y a de plus important à vérifier. On y arrive par différents procédés que nous allons indiquer.

Nous avons vu, en parlant des méthodes de nivellement, comment on pouvait trouver la différence de niveau des différents points du terrain (fig. 227), et calculer (chap. IV, p. 28, et chap. VIII, p. 104) les profondeurs que doit présenter la tranchée en divers points, afin d'avoir une

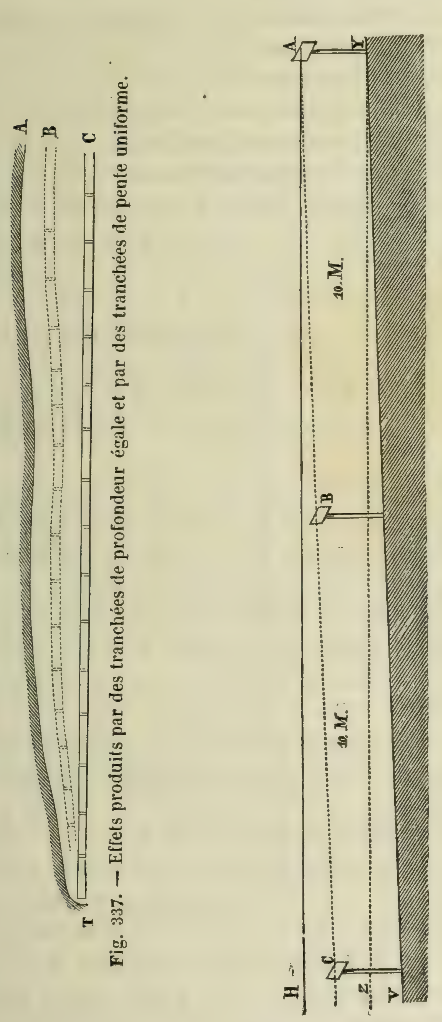


Fig. 337. — Effets produits par des tranchées de profondeur égale et par des tranchées de pente uniforme.

Fig. 338. — Procédé des nivelettes pour la vérification de la pente d'une tranchée.

pente régulière déterminée. En conséquence, admettons que A (fig. 338) soit le point le plus élevé du terrain, et AY la profondeur que nous devons donner en ce point à la tranchée. Menons l'horizontale AH, passant par le point A, et la droite AC, donnant la pente HAC, que doit avoir la rigole de fond; il suffira évidemment de creuser jusqu'à ce qu'une longueur égale à AY vienne affleurer constamment le long de cette ligne AC pour qu'on soit sûr que le fond YV a bien l'inclinaison voulue, c'est-à-dire fait avec l'horizon un angle ZYV égal à l'angle HAC.

Mais il faut éviter qu'on ait à recombler une partie de la tranchée, dans le cas où les ouvriers auraient trop creusé en certains points. Pour cela il faut leur donner des points de repère pendant le travail même, et voici comment on y parvient.

Le directeur du drainage sait, d'après le plan du drainage, quelle est la valeur de la pente de la ligne AC, et il a fait enfoncer, comme nous l'avons vu précédemment (chap. XI, p. 126), des piquets éloignés de 40 à 50 mètres les uns des autres, de manière à ce que leurs deux têtes déterminent une ligne inclinée suivant le chiffre voulu. Ensuite, de 10 mètres en 10 mètres, on enfonce d'autres piquets dont les têtes se maintiennent dans cette même direction, et d'un piquet au suivant on tend une corde qui fixe la pente. A l'aide d'une baguette d'une longueur donnée ou d'une croix en bois léger (fig. 339), dont la grande branche *ab* vérifie la profondeur au-dessous du cordeau sur lequel s'appuie *cd*, les ouvriers en creusant voient facilement s'ils sont arrivés à la profondeur convenable au-dessous du cordeau. La vérification de leur ouvrage est alors facile à faire à l'aide de trois nivelettes A, B, C, de même hauteur (fig. 338); on en place deux à une distance de 10 mètres, et on regarde si elles sont dans la

direction de la pente calculée. Cela fait, on place la troisième à 10 mètres, et on reconnaît si elle est dans la ligne de visée déterminée par les deux premières. Ce résultat obtenu, on change de place la première nivelette pour la porter à 10 mètres en descendant à partir de la troisième, et on vérifie si la tête en arrive sur la ligne de visée déterminée par la seconde et la troisième, et ainsi de suite. En promenant du reste une nivelette entre les

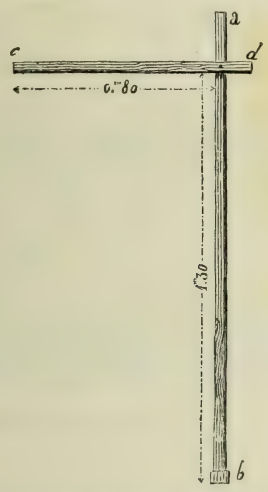


Fig. 339. — Croix en bois pour le règlement de la pente et de la profondeur des tranchées.

intervalles laissés par deux nivelettes demeurant stationnaires, on voit si le fond est bien établi à la même distance verticale de la ligne de pente adoptée.

Le procédé des nivelettes n'est bon que pour d'assez petites distances et pour des tranchées parfaitement rectilignes; il n'indique pas par lui-même si l'inclinaison adoptée a été bien exécutée, mais seulement si elle est régu-

lière ou irrégulière, et il faut toujours y joindre l'emploi de niveaux de pente, à la description desquels nous avons consacré un chapitre spécial (chap. VI, p. 42 à 66).

Le procédé des pieux enfoncés de distance en distance ne saurait non plus suffire toujours pour bien guider les ouvriers dans l'approfondissement des tranchées, surtout quand le terrain n'est pas également ferme par défaut d'homogénéité. Si on a affaire à des ouvriers maladroits ou peu exercés, ils taillent trop profondément en certains endroits, pas assez dans d'autres, et on a beaucoup de peine à achever une tranchée dans un sol plat, même en mesurant la profondeur au-dessous d'un cordeau tendu à l'aide d'une règle verticale graduée, munie d'un long index horizontal mobile qu'on fixe à diverses distances avec une vis, ainsi qu'on l'a proposé. Le plus simple est de donner aux ouvriers un grand niveau de maçon (fig. 237, p. 47), dont la base est armée à sa partie inférieure d'une latte clouée allant en s'amincissant à une extrémité, et portant ainsi avec lui-même la pente voulue.

Voici une autre méthode décrite par M. Mangon, et que nous avons vu employer avec succès. « On enfonce horizontalement dans la paroi légèrement inclinée de la tranchée (fig. 340), au droit des gros piquets *a a* primitivement placés, et à $0^{m}.40$, par exemple, au-dessous de leur tête, de petits piquets provisoires *b b*. Si la distance des piquets *a a* excède 20 à 25 mètres, on place un troisième piquet provisoire *b'* entre les piquets *b b* et sur la même ligne, et, enfin, on tend un cordeau sur ces trois piquets *b b' b*, à quelques centimètres en avant de la face du terrain. Ce cordeau est parallèle à la ligne qui joint les têtes des piquets *a a*, et, par conséquent, il est lui-même parallèle au fond de la tranchée. Dès lors il suffit de tenir à la main une petite baguette, d'une longueur égale à la distance

qui doit exister entre cette ligne *bb′b* et le fond de la tranchée, pour reconnaître les points qu'il faut approfondir ou ceux qu'il faut remblayer, si, par maladresse, on a trop creusé quelques parties de la fouille. »

Une surveillance constante sur cette partie du travail est du reste nécessaire de la part du directeur des travaux. On ne doit jamais laisser procéder à la pose des tuyaux avant d'avoir vérifié non-seulement si la pente est régulière, mais encore si elle a une valeur suffisante.

Le plan du drainage en main, à l'aide d'un niveau de

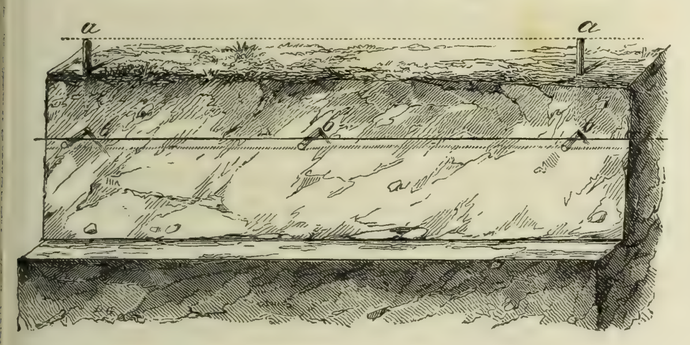


Fig. 340. — Règlement des pentes par un cordeau tendu sur l'une des parois de la tranchée.

pente, en quelques instants, le directeur des travaux peut s'assurer qu'un système de drains a bien la pente voulue en faisant porter une mire d'une longueur déterminée sur tout le parcours du fond des tranchées ; la mire devra constamment rester, si la fouille a été partout bien faite, sur la ligne visuelle inclinée suivant la pente voulue. Il est presque inutile de faire remarquer que, si l'on a été conduit à augmenter la valeur de la pente dans les parties basses des drains, il faudra marquer par des piquets les points de changement, et on devra alors modifier également pour la

vérification l'inclinaison de la lunette ou des pinnules du niveau de pente. Il faudra s'assurer que les ouvriers rectifieront complétement les parties des fouilles que la vérification indiquera trop ou trop peu profondes.

CHAPITRE XIX

Essai et transport des tuyaux

Nous avons donné dans le livre IV de cet ouvrage (t. I, p. 113 à 449) de nombreux détails sur la fabrication et sur la qualité des tuyaux cylindriques qui constituent les matériaux les plus ordinairement employés pour garnir le fond des tranchées. Nous n'avons pas du reste négligé de parler de l'emploi des tuiles avec soles plates et de leur fabrication (liv. I, chap. III, t. I, p. 18; liv. IV, chap. LI, t. I, pag. 255, etc.); enfin, le livre II tout entier (t. I, p. 35 à 90) est consacré à l'examen de tous les autres matériaux qui ont servi au même usage que les tuyaux, mais qui, en général, sont loin de présenter les mêmes avantages. Les détails que nous avons donnés sur le tracé et l'ouverture des tranchées sont du reste applicables à tous les cas où on jugerait convenable de substituer aux tuyaux d'autres matériaux; mais, presque toujours, c'est à des tuyaux qu'on devra avoir recours.

Le lecteur doit être fixé, par les renseignements que nous avons placés dans le livre IV, sur les prix, les dimensions et les qualités des tuyaux. Mais comment reconnaître que les qualités recommandées pour garantir la durée du drainage appartiennent bien à des tuyaux dont on veut faire l'achat; c'est ce que nous nous proposons de dire ici. Déjà nous avons donné les noms et les adresses des principales

fabriques; nous aurons encore l'occasion de revenir sur ce sujet dans le livre VI, consacré à la statistique du drainage.

Les tuyaux doivent être droits et à section bien circulaire, ne présenter tout au plus qu'une courbure de 5 à 6 millimètres de flèche, n'offrir aucune rugosité sur leurs bords intérieurs, avoir une longueur de $0^m.33$ et une épaisseur de $0^m.007$ à $0^m.010$. Leur cuisson doit être parfaite. On reconnaît leur bon état au son clair et argentin que rendent deux tuyaux frappés l'un contre l'autre, l'un étant suspendu légèrement entre le pouce et l'index.

La constatation du degré de cuisson n'est pas toujours suffisante pour qu'on soit certain de la bonne conservation des tuyaux dans l'intérieur de la terre, alors qu'ils seront constamment en contact avec de l'eau. M. le marquis de Bryas a, avec beaucoup de raison, appelé l'attention sur ce sujet, et conseillé de soumettre toujours les tuyaux, avant leur emploi, à un essai préalable, consistant à les plonger dans l'eau, et à voir s'ils ne se délitent pas au bout de quelques jours d'immersion.

Pour abréger et pour obtenir une garantie de durée plus certaine, nous conseillerons, avec M. Mangon, d'avoir recours à deux expériences très-simples : 1° constatation du poids d'eau absorbé par un tuyau bien sec; 2° examen de la résistance des tuyaux par la méthode qui sert à éprouver le degré de gelivité des pierres à bâtir.

Voici le résultat de quelques expériences que nous avons faites sur la quantité d'eau absorbée par des tuyaux secs de diverses fabriques.

Nous avons employé quatre espèces de tuyaux, provenant de quatre fabriques différentes; nous avons constaté les chiffres suivants :

PREMIÈRE SÉRIE.

Nos d'ordre des tuyaux.	Longueurs des tuyaux.	Diamètres extérieurs.	Diamètres intérieurs.	Poids de chaque tuyau sec.
	m.	m.	m.	gr.
1	0.31	0.040	0.027	481.0
2	0.31	0.040	0.026	479.0
3	0.31	0.040	0.028	483.0

Nos d'ordre des tuyaux.	Poids de chaque tuyau après 2 heures d'imbibition.	Poids de chaque tuyau après 4 heures d'imbibition.	Poids de chaque tuyau après 19 heures 1/2 d'imbibition.	Augmentation totale de poids.	Augmentation de poids pour 100.
	gr.	gr.	gr.	gr.	
1	509.2	509.4	511.2	30.2	6.3
2	512.5	512.6	514.2	35.2	7.3
3	536.5	536.5	538.8	55.8	11.5
			Augmentation moyenne. . .		8.4

Ces tuyaux étaient d'une très-bonne qualité; leur pâte était rouge; ils ne présentaient aucune rugosité.

DEUXIÈME SÉRIE.

Nos d'ordre des tuyaux.	Longueurs des tuyaux.	Diamètres extérieurs.	Diamètres intérieurs.	Poids de chaque tuyau sec.
	m.	m.	m.	gr.
1	0.305	0.040	0.028	495.0
2	0.330	0.040	0.028	506.5
3	0.310	0.040	0.028	498.7

Nos d'ordre des tuyaux.	Poids de chaque tuyau après 2 heures d'imbibition.	Poids de chaque tuyau après 4 heures d'imbibition.	Poids de chaque tuyau après 19 heures 1/2 d'imbibition.	Augmentation totale de poids.	Augmentation de poids pour 100.
	gr.	gr.	gr.	gr.	
1	496.2	496.4	499.2	4.2	0.8
2	520.2	523.0	527.2	20.7	4.1
3	5[illegible]0.8	501.2	509.0	10.3	2.1
			Augmentation moyenne. . .		2.3

Les tuyaux étaient d'une excellente qualité; leur pâte était grise; ils ressemblaient à un véritable grès.

TROISIÈME SÉRIE.

Nos d'ordre des tuyaux.	Longueurs des tuyaux.	Diamètres extérieurs.	Diamètres intérieurs.	Poids de chaque tuyau.
	m.	m.	m.	gr.
1	0.33	0.100	0.075	2,487.0
2	0.33	0.080	0.060	1,532.0
3	0 33	0.070	0.050	1,377.5

Nos d'ordre des tuyaux	Poids de chaque tuyau après 2 heures d'imbibition.	Poids de chaque tuyau après 4 heures d'imbibition.	Poids de chaque tuyau après 19 heures 1/2 d'imbibition.	Augmentation totale de poids.	Augmentation de poids pour 100.
	gr.	gr.	gr.	gr.	
1	2,659.5	2,661.2	2,685.5	198.5	8.0
2	1,645.0	1,646.5	1,662.0	130.0	8.5
3	1,494.0	1,496.2	1,513.8	136 3	9.6
			Augmentation moyenne...		8.8

Ces tuyaux étaient d'une bonne qualité, à pâte rouge moins lisses que ceux de la première série, mais s'en rapprochant beaucoup.

QUATRIÈME SÉRIE.

Nos d'ordre des tuyaux.	Longueurs des tuyaux.	Diamètres extérieurs.	Diamètres intérieurs.	Poids de chaque tuyau.
	m.	m.	m.	gr.
1	0.355	0.095	0.075	2,054.5
2	0.355	0.063	0.045	1,087.5
3	0.355	0.045	0.035	735.0

Nos d'ordre des tuyaux.	Poids de chaque tuyau après 2 heures d'imbibition.	Poids de chaque tuyau après 4 heures d'imbibition	Poids de chaque tuyau après 19 heures 1/2 d'imbibition.	Augmentation totale de poids.	Augmentation de poids pour 100.
	gr.	gr.	gr.	gr.	
1	2,348.2	2,350.2	2,359.0	304.5	14.8
2	1,251.7	1,251.7	1,258.0	170.5	15.7
3	812.5	813.3	817.5	82.5	11.2
			Augmentation moyenne....		13.9

Ces tuyaux étaient à pâte rouge, rugueux, poreux, à la limite des tuyaux que nous regardons comme bons; ils

rendaient cependant encore par le choc un son argentin.

On voit, par ces chiffres, qu'il faut rejeter des tuyaux qui absorberaient au delà de 15 pour 100 d'eau après une imbibition d'environ une journée, c'est-à-dire que, mettant les tuyaux dans l'eau dans l'après-midi, après les avoir pesés à l'état sec, on doit les peser mouillés le lendemain matin.

On sait que les pierres servant aux constructions sont dites gelives lorsque, par l'action de la gelée, elles se brisent en éclats plus ou moins considérables. Ce phénomène est dû à ce que l'eau qui a pénétré dans les pores, se transformant en glace, augmente de volume et tend à briser les parois qui la contiennent. On essaye les pierres qui doivent servir à la construction des édifices publics, pour éprouver leur gélivité, en les faisant tremper pendant une demi-heure ou environ dans une dissolution concentrée faite à froid de sulfate de soude dans l'eau. On suspend ensuite les échantillons, taillés préalablement en cubes, au-dessus d'un vase rempli d'eau, et on les lave à mesure que des efflorescences salines viennent à se former. Le sulfate de soude qui cristallise produit le même effet que la glace; à mesure qu'il se solidifie, il augmente de volume et tend à briser la pierre qui en est imbibée. On pèse les débris formés, et, en les comparant aux poids primitifs de l'échantillon essayé, on a la nature de son degré de gélivité. Une épreuve analogue peut servir à reconnaître la bonté des tuyaux de drainage.

Tous les tuyaux précédents, trempés pendant dix minutes dans une dissolution bouillante faite de 2 parties de sulfate de soude et de 1 d'eau, n'ont pas donné de débris après huit jours d'exposition à l'air; il y a donc toute probabilité que de pareils tuyaux résisteront sans se briser lorsqu'ils seront placés dans l'intérieur de la terre.

Lorsqu'on achète des tuyaux avant l'hiver, ces tuyaux doivent supporter les atteintes des premières gelées sans éprouver aucune destruction ; si le contraire arrivait, on ne devrait pas les employer.

Lorsque les tuyaux sont amenés par une voiture dans le champ à drainer, il faut éviter de les placer immédiatement sur le sol, parce que la terre y adhérerait par la moindre gelée, et qu'on aurait beaucoup de mal à l'enlever. On doit les porter à dos et les placer en tas, pour

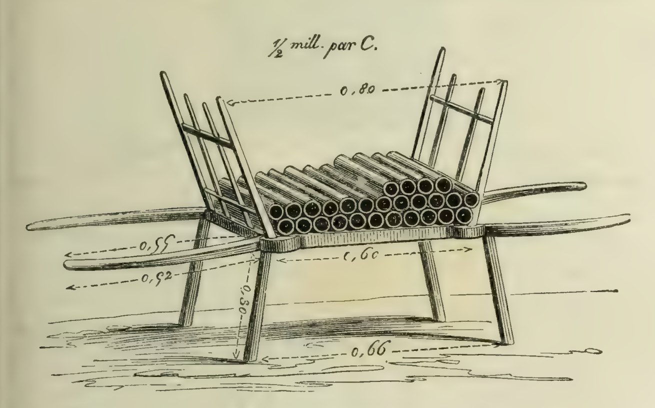


Fig. 341. — Civière à deux hommes pour porter les tuyaux.

qu'ils attendent le moment d'être employés. Quand la tranchée est ouverte dans toute son étendue, on place les tuyaux à la file sur le bord où se trouve le plus gros tas de terre, comme on le voit dans les figures 269 à 270 (pages 128 et 129). Pour faire ce transport, on peut employer une espèce de hotte ou de crochet, ou mieux encore une civière à deux hommes dans le genre de celle construite par M. Lauret, de la Chapelle-Gauthier, et qui est représentée en perspective par la figure 341 et en plan

par la figure 342. Pour retenir les tuyaux, on place aux deux extrémités de la civière les cornes représentées par la figure 343.

La distribution des tuyaux le long des tranchées est en général confiée à des enfants.

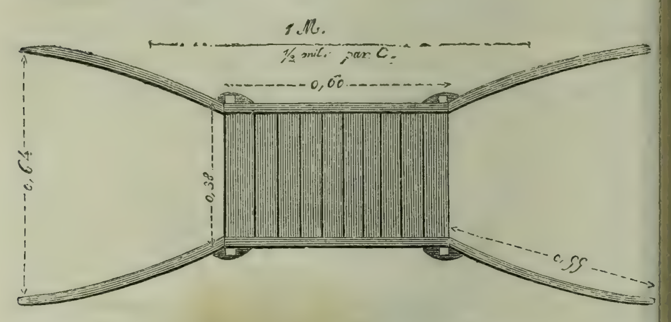


Fig. 342. — Plan de la civière pour porter les tuyaux.

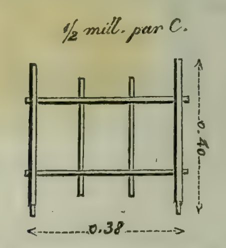


Fig. 343. — Corne de la civière.

Lorsqu'on emploie des manchons, on doit introduire à l'avance chaque tuyau dans son manchon. Dans tous les cas, le poseur doit pouvoir prendre facilement les tuyaux auprès du point où chacun d'eux sera placé.

CHAPITRE XX

Pose des tuyaux

D'après les détails dans lesquels nous sommes entré, le lecteur sait que la taille de chaque drain doit être complétement achevée avant qu'on songe à y placer les matériaux qui doivent assurer dans le fond, pour de longs siècles, un écoulement d'eau facile et continu. Pour réussir, il faut autant que possible ouvrir les tranchées par un temps sec, ou bien les laisser ouvertes jusqu'à ce que l'eau pluviale amassée s'en soit écoulée, et ait emporté tout le sable et toute la boue qu'elle peut entraîner, et qui souilleraient les tuyaux au moment même de leur pose. Dans un sol plat surtout, il y aurait beaucoup d'inconvénients à tailler les drains et à les finir de suite, avant que l'eau s'en fût écoulée; on pourrait regarder comme inévitable l'obstruction de quelques tuyaux. Ce soin a été souvent négligé, et nous pensons que c'est là l'explication de quelques échecs que le drainage a rencontrés. Lorsque l'eau séjourne longtemps sur la terre glaise la plus ferme, elle l'amollit, et alors, à moins d'une pente très-forte, il peut y avoir, lors de la pose des tuyaux, des déformations telles que les tuyaux s'enfoncent par parties dans la terre, et présentent de graves obstacles à l'écoulement des eaux. Aussi, c'est par l'extrémité supérieure des tranchées qu'on doit commencer la pose des tuyaux, parce qu'il est seulement possible, en agissant ainsi, de se débarrasser de la boue à l'aide de dragues ou curettes, sans courir le risque qu'elle entre dans les conduits.

Il faut admettre, comme règle absolue, que le placement des tuyaux doit se faire par un homme soigneux et expé-

rimenté, payé à la journée et non pas à la tâche. Nulle économie ne doit être tentée, car c'est de cette opération que dépend en très-grande partie le succès du drainage.

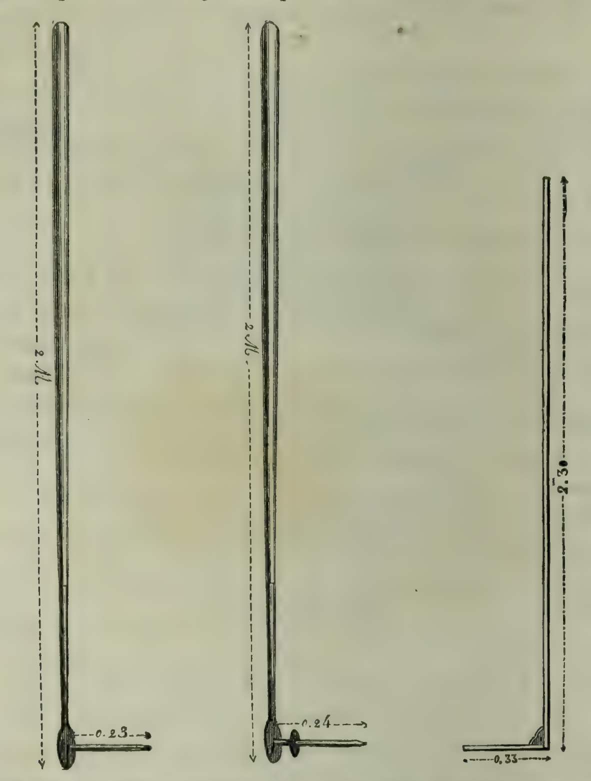


Fig. 344. — Posoir anglais en fer.

Fig. 345. — Posoir anglais en fer avec épaulement pour tuyaux et manchons.

Fig. 346. — Posoir en bois de M. Lauret.

Pour placer les tuyaux, on se sert des instruments nommés ou posoirs, ou broches, ou crochets, et représentés par

les figures 344, 345 et 346. Dans la figure 344, on voit un posoir anglais en fer; l'ouvrier tient cet instrument par le manche, et introduit dans la tige, placée à l'extrémité et à angle droit, le tuyau qu'il prend sur le bord de la tranchée pour le descendre dans le fond; cette manœuvre est représentée par la figure 347. Le tuyau ne peut pas



Fig. 347. — Ouvrier posant les tuyaux.

s'enfoncer dans le posoir au delà de la tête, avec laquelle l'ouvrier donne un léger coup sur le tuyau posé, en retournant l'instrument, afin de bien assujettir la rangée.

La figure 345 représente un posoir anglais également en fer, mais avec un épaulement destiné à faciliter la pose simultanée d'un tuyau et de son manchon ou collier (fig. 61, t. I, p. 144). La largeur de cet épaulement est

égale à la moitié de celle du collier; son diamètre est supérieur au diamètre intérieur du tuyau et inférieur à celui du collier. Le poseur enlève ensemble le tuyau et son manchon déjà enfilés l'un dans l'autre, en maintenant la pointe du posoir un peu en haut; les deux embases de l'instrument arrêtent, l'un le tuyau, l'autre le manchon. On maintient ainsi le tuyau et le collier dans la position relative qu'ils doivent occuper, et il est facile d'introduire l'extrémité libre du tuyau dans le collier précédent déjà posé au fond de la tranchée.

Dans la figure 346 on voit un posoir en bois construit par M. Lauret dans le but d'obtenir un instrument moins coûteux que le posoir anglais, et qui puisse être établi par un charron de village. Ce posoir n'est pas destiné à mettre des colliers. On pourrait le munir d'une embase à la manière des posoirs anglais, de façon à lui faire atteindre ce but. L'avantage de ce posoir consiste surtout en ce qu'il est plat en dessous et qu'on peut par conséquent s'en servir pour battre quelquefois le fond de la tranchée et l'aplatir devant le tuyau qu'on va poser.

La figure 347 suppose que le poseur se met à cheval sur la tranchée pour placer les tuyaux; c'est la position qu'il doit prendre quand on a jeté de la terre des deux côtés de la tranchée. S'il n'y a de la terre que d'un côté, l'ouvrier peut se tenir, pour effectuer la pose, sur le bord libre, où il travaille avec facilité. En imprimant au posoir plusieurs petites secousses successives, l'ouvrier donne au tuyau un mouvement de rotation qui lui permet de trouver la position la plus convenable pour que le tuyau soit bien assis dans le fond de la tranchée et en contact le plus exact possible avec le tuyau précédent. L'ouvrier frappe en outre avec la tête du posoir pour obtenir ce contact, et avec le crochet pour appuyer le tuyau.

Dans les terrains très-mouillés, ou bien lorsqu'il est survenu une pluie qui a entraîné dans le fond des tranchées des débris de terre détrempée, il faut balayer avec un balai en avant des tuyaux qu'on va poser, la curette ne suffisant plus pour maintenir propre la partie en aval que l'on va garnir.

C'est une question sur laquelle les draineurs ne sont pas d'accord que celle de savoir s'il faut employer les colliers ou bien s'il n'est pas mieux de s'en passer. Les colliers empêchent évidemment les tuyaux de reposer sur le sol sur les deux tiers de leur longueur, mais en même temps ils les forcent à se tenir parfaitement bout à bout, et ils empêchent les matières étrangères de s'y infiltrer. Quand les tuyaux ont un très-petit diamètre, par exemple, moins de 0m.025, comme ceux que posa pendant longtemps l'ingénieur Parkes, il est impossible de se passer de manchons, car on ne saurait répondre que l'un des tuyaux ne se trouverait pas, sans les supports, au-dessous ou audessus de celui qui le précède, de manière à interrompre la continuité du conduit; mais lorsqu'on emploie des tuyaux ayant au moins 0m.035 de diamètre intérieur et 0m.055 de diamètre extérieur, la nécessité des colliers n'est plus la même; car des ouvriers même ordinaires ne feraient pas des tranchées offrant de telles inégalités. Les colliers ne présentent plus alors que le seul avantage d'empêcher les matières terreuses de pénétrer dans les tuyaux à travers les joints. On obtient ce dernier résultat d'une manière moins coûteuse en posant, sur les points de raccordement des tuyaux mis bout à bout, quelques tessons de tuyaux cassés. On se sert pour cela d'une pince manœuvrée du haut de la tranchée, telle que la pince (fig. 348) faite par M. Lauret, de la Chapelle-Gauthier, à très-peu de frais, avec du bois de frêne ou de châtaignier.

A la place de tessons de tuyaux, nous avons vu des demi-manchons recouvrir parfaitement les joints. Dans la fabrique de tuyaux de M. Simon, à Saint-Julien-lès-Metz, on fait de ces demi-manchons en coupant simplement en deux, par un plan suivant l'axe, les manchons fabriqués par les procédés que nous avons décrits précédemment

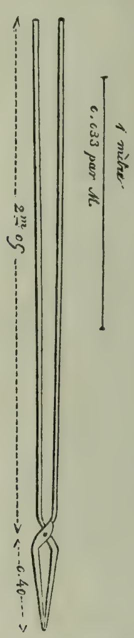


Fig. 348. — Pince en bois pour garnir les joints des tuyaux.

(liv. IV, chap. LXXVIII, t. I, p. 370). Dans cette fabrique, on vend 5 fr. le mille de demi-manchons, et 7 fr. et 8 fr. 50 cent., selon les dimensions, le mille de manchons pleins. Mais, comme il est très-important de n'employer que des matériaux de bonne qualité, et qu'en consé-

quence on doit mettre au rebut tous les tuyaux défectueux ayant des trous, des cavités ou des aspérités intérieures, qui causeraient des obstructions à la longue, en créant des dépôts, on a toujours assez de morceaux de tuyaux pour recouvrir les jointures.

On a proposé d'entourer d'une mince couche de paille les tuyaux qui s'emploient sans manchons ; cette paille, a-t-on dit, aurait pour effet de prévenir les tassements inégaux et d'empêcher la terre de passer à travers les joints au moment du remplissage. Cette précaution nous paraît tout à fait oiseuse et plutôt nuisible qu'utile. Les tessons de tuyaux nous semblent suffisants ; ils sont d'un usage beaucoup plus commode en même temps que d'une durée éternelle.

Quand on emploie des colliers, on doit caler les tuyaux au fond de la tranchée au moyen de quelques petites pierres ou de simples mottes de terre soigneusement appliquées et un peu pilonées, sur lesquelles on jette la terre extraite de la tranchée et déposée sur un des côtés. Lorsqu'on n'emploie pas de colliers, on tasse fortement, au-dessus des tuyaux et des tessons placés sur les jointures, une motte de terre aussi grosse que possible, et l'on termine le remplissage comme dans le premier cas. Le pilon dont on se sert pour tasser la terre est rond ou carré, dans le genre de celui représenté par la figure 349 ; il est muni de deux poignées, qui permettent de le saisir plus ou moins bas pour le laisser retomber dans les tranchées plus ou moins profondes.

Avec les posoirs les ouvriers habiles placent jusqu'à 400 tuyaux par heure.

Quand les tranchées sont assez larges pour que l'ouvrier puisse y descendre, la pose des tuyaux s'effectue à la main et alors on s'aide avec avantage du boutoir de tranchée de

M. Barbier, que nous avons précédemment décrit (fig. 325 et 326, p. 170 et 171).

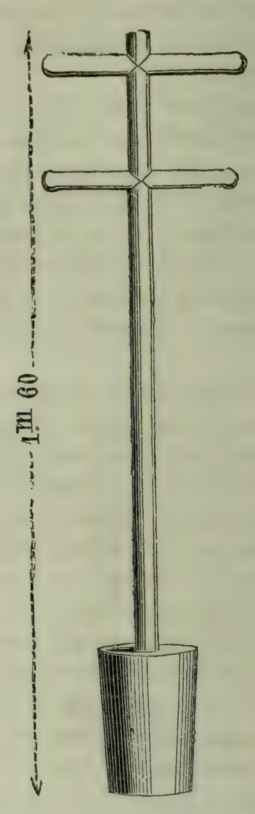


Fig. 349. — Pilon pour tasser la terre sur les tuyaux dans les tranchées.

Les gros tuyaux sont toujours placés à la main. On doit s'attacher à les bien caler dans la tranchée, et, après avoir recouvert leurs joints avec des tessons, on place par-dessus

une forte pelote d'argile bien malaxée, qu'on tasse avec soin.

Lorsqu'on n'a pas de tuyaux d'un diamètre suffisant pour débiter tout le volume d'eau qui doit s'écouler par la tranchée, on place deux tuyaux l'un à côté de l'autre, et on peut même en superposer un troisième sur les deux premiers. On s'arrange pour que les joints des différentes files ne concordent pas les uns avec les autres.

Il est indispensable que la pose soit faite à la main, dans les terrains très-mouvants, immédiatement après la fouille des tranchées ; au fur et à mesure de la pose, un ouvrier, qui suit le poseur, doit alors lui passer une pelote d'argile compacte, pour entourer les tuyaux d'une couche suffisamment épaisse ($0^{m}.06$ à 0^{m} 15) et pour lui faire une enveloppe complète. En outre, les manchons, dans ce cas, donnent au travail une grande solidité.

CHAPITRE XXI

Vérification de la pose

La vérification de la pose des tuyaux doit être faite par le surveillant des travaux avec autant de soin que celle du fond des tranchées. De même qu'il doit interdire la pose avant d'avoir vérifié le fond, il doit interdire tout remblai avant d'avoir vérifié la pose. Il devra voir si tous les tuyaux sont bien en contact à leurs extrémités, s'ils forment une ligne droite bien continue, à pente très-régulière ; il se servira, dans ce but, soit d'un niveau à fil à plomb (fig. 237 et 239, p. 47 et 49), soit du procédé des nivelettes (chap. XVIII, p. 191), soit d'un niveau de pente, et particulièrement du niveau de Thompson (fig. 241, p. 53), afin

d'aller très-vite dans cette opération. En outre, le vérificateur descendra ou fera descendre un ouvrier dans les endroits douteux. On verra si, en passant sur les tuyaux, aucun ne se dérange ; si tous restent dans une position rectiligne ; si quelques-uns ne se relèvent pas d'un bout lorsqu'on pèse sur l'autre bout. Dans ce dernier cas, on devra caler tous les tuyaux branlants avec de la terre sèche et bien tassée.

CHAPITRE XXII

Raccordement des lignes de drains

Le raccordement d'une ligne de petits drains dans une ligne de drains principaux s'effectue au moyen d'une ouverture circulaire pratiquée dans le plus gros tuyau (fig. 350) ; on y fait entrer le tuyau du petit drain, ainsi que le



Fig. 350. — Gros tuyau de raccordement.

montre la figure 351, sous un angle de 45 à 60 degrés en-

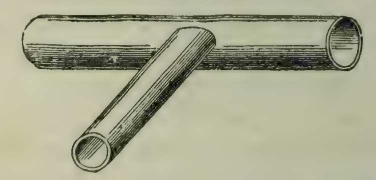


Fig. 351. — Petit tuyau se raccordant dans un tuyau collecteur.

viron, et de façon que le petit tuyau soit plus élevé et qu'il puisse s'égoutter dans le grand, ce qui est obtenu

lorsque les arêtes supérieures des deux tuyaux sont dans un même plan.

Les tuyaux percés latéralement se fabriquent très-simplement en pratiquant l'ouverture circulaire dans les tuyaux secs avant de les porter au four; ils ne coûtent qu'un tiers en sus du prix des tuyaux ordinaires. On garnit convenablement la jonction avec quelques tessons de tuyaux avant d'y piloner la terre. Nous ne conseillons pas les tuyaux à branches, tels que nous en avons vu fabriquer; il n'y a pas alors de jeu pour faire déboucher convenablement le petit drain dans le grand. Du reste, à défaut de tuyaux percés latéralement à l'avance, il est toujours facile de pratiquer avec un marteau spécial (fig. 352)

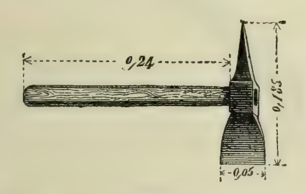


Fig. 352. — Marteau à couper et à percer les tuyaux.

un orifice convenable dans les parois des gros tuyaux, qu'on coupe et entame de manière à former une jonction convenable.

On trace avec la pointe du marteau ou à la craie la forme que doit avoir l'orifice à former; on amincit ensuite successivement la paroi du tuyau comme on taille une pierre, jusqu'à ce qu'elle soit assez mince pour être percée. La hachette qui termine le marteau à son autre extrémité sert en outre à faire des biseaux et à couper les bouts de tuyaux qui doivent achever les longueurs à raccorder, car on présume bien qu'on n'aboutira pas en général de ma-

nière à n'avoir à mettre que des longueurs de tuyaux exactes.

On a proposé des scies, des meules et d'autres outils pour couper, fendre, entamer les tuyaux ; aucune de ces inventions ne mérite d'être conseillée jusqu'à présent.

Lorsqu'on est conduit à raccorder entre elles deux lignes de tuyaux de même diamètre, on emploie un tuyau d'un diamètre supérieur ; on y enfile les deux tuyaux qui appartiennent à la ligne servant de collecteur, et on y fait une entaille pour recevoir le tuyau de déversement, ainsi que le montre la figure 353.

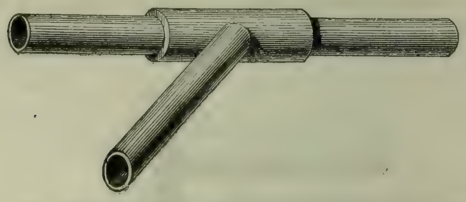


Fig. 353. — Raccordement d'un petit drain avec un drain de même espèce.

Dans les jonctions telles que nous les conseillons, le biseau du petit tuyau est placé en dessus, comme le montre la figure 354, qui donne une coupe et un plan de la disposition à employer.

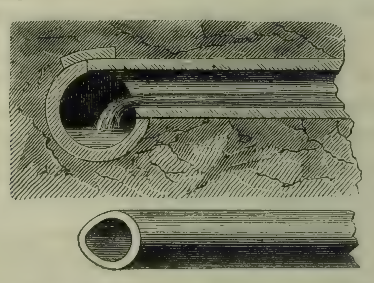


Fig. 354. — Plan et coupe du raccordement de deux tuyaux.

On a proposé d'avoir de petits bouts de tuyaux courbes qui termineraient les lignes de petits drains et viendraient déverser leur eau par le haut (fig. 355) dans les collecteurs. Nous n'admettons pas cette disposition, non plus que l'usage de tuyaux déjà raccordés à l'avance, parce que l'on ne peut jamais savoir combien il en faudra, et

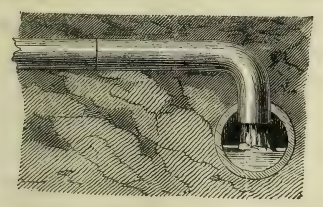


Fig. 355. — Tuyaux courbes de déversement.

qu'il est plus commode et aussi sûr de toujours faire sur le terrain les tuyaux de raccordement à l'aide du marteau, comme nous l'avons indiqué.

Lorsqu'on laisse suspendue la pose d'une ligne de drains, on doit toujours boucher, à l'aide d'une brique ou d'une pierre plate, le dernier tuyau posé à l'aval. Lorsque les drains ne donnent pas à l'amont dans un drain d'aération ou de ceinture, il faut prendre la même précaution pour chaque tête de drain. Quelquefois on ferme le premier tuyau avec un bouchon de paille ; un obturateur plat, simplement juxtaposé contre les bords du tuyau, est préférable.

CHAPITRE XXIII

Remplissage des tranchées

Lorsqu'une file de tuyaux a été vérifiée, il faut immédiatement procéder au premier remplissage, c'est-à-dire

recouvrir les tuyaux des premiers matériaux qui doivent les garantir de tout accident.

Ces matériaux peuvent être de nature très-diverse ; on emploie effectivement ou la terre la plus argileuse extraite de la tranchée, ou bien une couche de pierres, c'est-à-dire qu'on se sert tantôt de matières imperméables, tantôt de matières perméables. Il est facile de décider quand on doit avoir recours à ces deux sortes de matériaux de nature si opposée. Les pierres ne doivent servir que quand on a affaire à des tranchées très-profondes, dans des sols d'argile compacte ; il s'agit alors de rapprocher de la surface la partie poreuse qui doit produire l'assainissement du terrain. On peut aussi employer ce même procédé pour les drains collecteurs qui doivent écouler une grande quantité d'eau.

Une fois que la couche de pierres cassées a été posée, il faut du reste placer de l'argile bien tassée ; on rentre ainsi dans le cas ordinaire où on met cette argile directement sur les tuyaux.

La couche d'argile, qui doit avoir une épaisseur de $0^{m}.15$ à $0^{m}.25$, doit être piétinée avec beaucoup de soin, ou mieux encore battue avec un petit pilon en bois, tel que celui que nous avons déjà décrit précédemment (fig. 349, p. 210). Il faut quelquefois, par exemple quand on opère par des temps secs, mouiller l'argile de recouvrement afin de pouvoir mieux l'appliquer. Cette argile est détachée de la partie des parois la plus argileuse à l'aide d'une bêche.

Quand la première couche d'argile a été bien damée, on fait encore tomber par-dessus, avec une pelle ordinaire ou avec une houe, telle que celle représentée par la figure 356, une nouvelle quantité de terre bien émiettée qu'on piétine ou dame également.

Le reste du remplissage peut être souvent retardé avec beaucoup d'avantage, « soit pour laisser, dit M. Jacquemart (1), les déblais mûrir et se déliter par les influences atmosphériques, soit aussi pour laisser les parois des tran-

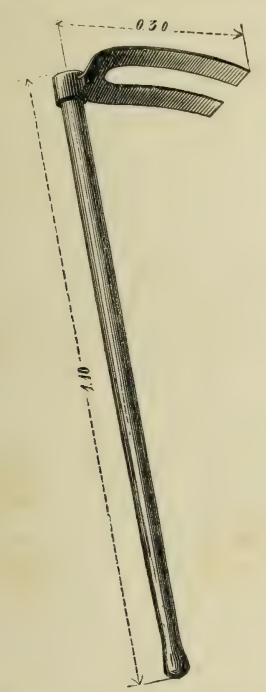


Fig 3[illegible]6. — Houe à remplir les tranchées.

chées se dessécher et se fendre par l'action du soleil. Les fentes préparent des voies pour laisser arriver les eaux vers les drains ; et, chose fort importante, ces fentes sont

(1) *Journal d'Agriculture pratique* (4[e] série, t. V, *loco citato*).

d'autant plus larges et profondes que le terrain est plus argileux. Il faut donc, autant que possible, laisser à ces fentes le temps de se former. Si en hiver on ne peut espérer qu'elles se développeront, on trouvera dans les gelées un moyen puissant pour diviser et réduire en poussière les déblais argileux. Pendant l'été, des pluies succédant au soleil produiront à peu près les mêmes effets. Pour ces raisons, nous avons souvent, dans des terrains argileux, retardé fort longtemps le remplissage. Quand les terres ne sont pas argileuses, il n'y a pas intérêt à attendre pour les remplir. »

Le premier remplissage des tranchées est toujours une opération délicate, qui demande des soins scrupuleux; aussi, de même que pour la pose des tuyaux, on ne doit pas le faire faire à la tâche, mais il faut le payer à la journée. On peut compter qu'un homme remplit 20 mètres courants à l'heure, quand on a attendu le délitement des terres.

Pour achever le remplissage, on se sert de la houe que nous venons de décrire (fig. 356, p. 217) et de la pelle; on a soin de jeter en dernier lieu la terre de surface, dont nous avons conseillé la mise à part lors de l'ouverture de la tranchée (chap. XVII, p. 175). Dans les prairies, on range les gazons avec soin, et on les bat pour les faire taller, de manière à ce que les traces des drains ne présentent plus qu'un léger renflement qui disparaîtra avec le temps.

Dans les terres labourées, on peut terminer le remplissage en se servant de la charrue, que l'on fait seulement passer, quand le drainage est fini, sur toute la pièce de terre. Si on a résolu à l'avance d'employer la charrue à ce travail, il faut, lors de l'ouverture des tranchées, faire placer la terre alternativement à droite et à gauche de chaque tranchée, afin que l'on ne voyage pas inutilement

de la partie inférieure de l'une à la partie supérieure de l'autre. Les chevaux marchent sur un des côtés de la tranchée, qui se trouve comblée après quatre à six raies. La bêche ou la houe font ce travail souvent à aussi bon compte que la charrue, avec laquelle on a à redouter des accidents pour les chevaux.

Pour abréger le second remplissage, M. Vitard a imaginé une herse particulière qu'il appelle *ancre à remplir*, et dont nous devons donner la description, quoique son emploi ne se soit pas propagé. Cet instrument (fig. 357, p. 220) n'est pas à dédaigner aussi complétement que le disent certains ingénieurs-draineurs; pour nous, nous résisterons toujours à ces partis pris de rejeter sans examen les choses qu'on n'a pas soi-même inventées.

L'ancre à remplir se compose d'un bâtis en bois monté sur quatre roues, et qui porte des dents de herse placées sur deux rangs à l'arrière en forme d'arc de cercle. Ces dents ramassent la terre et la jettent dans la tranchée. Les roues de derrière sont portées par des crémaillères qui se relèvent à volonté, de manière à régler l'entrure. Un guide composé d'un cadre mobile en fer, attaché à l'âge, se lève et s'abaisse par un engrenage, et sert à maintenir l'instrument dans la direction de la tranchée. Les chevaux sont attelés à droite et à gauche.

Le système d'engrenage du guide est composé de quatre roues dentées, mises en mouvement par un arbre de couche avec une manivelle à l'arrière. Celle-ci agit par deux roues coniques sur les deux autres roues qui ont la même forme, et qui s'engrènent dans les crochets du guide, de manière à faire remonter ou descendre les crémaillères qui portent ce guide, sans qu'on ait besoin d'arrêter les chevaux.

Cette machine peut être certainement simplifiée, mais

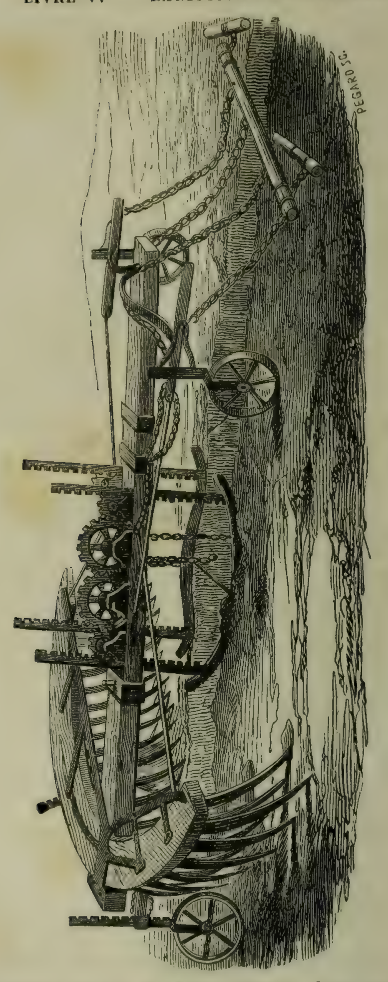


Fig. 357. — Herse Vitard pour remplir les tranchées de drainage.

sa description devait avoir sa place dans cet ouvrage, où nous voulons que l'on trouve des renseignements sur tout ce qui touche à l'art du drainage.

CHAPITRE XXIV

Bouches des drains

Les drains amènent en général leurs eaux à un fossé, à un ruisseau, à une rivière; nous examinerons dans un autre chapitre le cas plus rare où ils ne peuvent les conduire qu'à un puits absorbant.

D'après les détails descriptifs que nous avons donnés, on sait que le plus souvent les petits drains se rendent dans un collecteur sous-principal; les collecteurs sous-principaux à leur tour déversent leurs eaux dans des collecteurs d'un ordre supérieur, lesquels aboutissent définitivement à une décharge générale. Dans ce cas, on n'a à soigner qu'une seule embouchure; on entoure celle-ci d'une construction que le propriétaire doit tenir à transformer en une sorte de petit monument.

Cependant, il arrive que le système des drains ne présente pas un ensemble aussi complet que celui que nous venons de signaler; on fait quelquefois déverser les drains sous-principaux, et même les petits drains, dans un fossé. Alors les bouches d'évacuation sont nécessairement très-simples; c'est de leur établissement que nous parlerons d'abord.

Il est arrivé souvent que les animaux des champs, tels que les rats, les souris, les taupes, les grenouilles, les crapauds, etc., se sont introduits dans les drains et y ont péri; ils ont alors formé des obstacles à l'écoulement de l'eau, et causé des obstructions qui ont interrompu le fonctionnement du drainage. On prévient cet inconvénient à l'aide de petits grillages que l'on place entre l'avant-dernier et le dernier tuyau. Ces grillages peuvent être

faits simplement en petits barreaux de fer qu'on implante verticalement dans le sol, ou bien on peut les exécuter avec un gros fil de fer qu'on recourbe cinq fois, comme le montre la figure 358. On peut aussi employer dans ce but des plaques de tôle goudronnée (fig. 359), d'une épaisseur de 0m.002 et découpée de manière à laisser de petits barreaux de 0m.004 de largeur, séparés par des intervalles de 0m.01.

L'emploi des grillages gêne toujours le mouvement de l'eau, en augmentant les frottements et diminuant la vitesse; on doit, pour obvier à cet inconvénient, mettre les deux ou trois derniers tuyaux d'un diamètre plus gros.



Fig. 358. — Fil de fer recourbé pour griller l'ouverture des drains.



Fig. 359. — Plaque de tôle pour griller l'ouverture des drains.

Lorsque les tuyaux se rendent dans un fossé ouvert, où peuvent venir jouer des enfants, où se promènent des passants plus curieux que malintentionnés, on peut craindre de voir les bouts de tuyaux cassés ou même emportés. M. de Rougé emploie dans ce cas, pour terminer les drains, des tuyaux de fonte d'une longueur de 50 à 60 centimètres, qui défendent suffisamment l'entrée du drain. On peut aussi faire une petite construction avec des briques ou des pierres pour obtenir le même résultat (fig. 360).

M. Vitard a proposé de garnir de soupapes ou de clapets les tuyaux qui amènent leurs eaux dans un fossé ou

un cours d'eau à régime variable. Si la pente des drains est assez forte, on n'a pas à craindre l'obstruction en cas de crues fournissant de l'eau trouble dans le fossé au-dessus des points de décharge. En effet, l'eau s'accumule d'abord dans le drain, de manière à former une ligne continue de liquide dont la hauteur croissante finit bientôt par vaincre la résistance extérieure. Quand, dans le drain, cette hauteur intérieure est arrivée à être supérieure à la hauteur extérieure de l'eau dans le fossé, on voit l'eau couler lim-

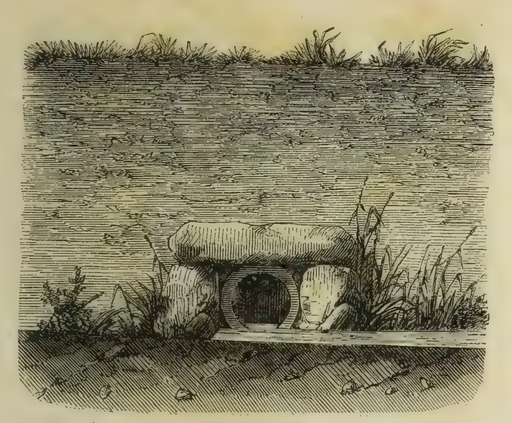


Fig. 360. — Garniture d'un drain d'évacuation.

pide et avec une grande force au-dessous du niveau de l'eau dans le fossé, en repoussant au loin toutes les parties boueuses. Mais si la pente des tuyaux est faible, il peut très-bien arriver que la vase soit introduite dans les lignes de tuyaux, qu'elle ne puisse s'en écouler, et que des obstructions s'ensuivent. Aussi l'idée de M. Vitard ne doit pas être rejetée d'une manière absolue. Le clapet dont il se sert est une simple rondelle métallique à charnière placée à l'extrémité d'un petit tuyau de fonte destiné à ter-

miner le drain. La plaque tend toujours à tomber en vertu de son poids ; à plus forte raison se ferme-t-elle quand les eaux du fossé s'élèvent et exercent une pression supérieure à la pression de l'eau intérieure des drains. Nous croyons toutefois, avec M. Vianne, que le clapet peut être employé plus avantageusement pour fermer les tuyaux qui aboutissent dans les regards ; en tout cas, cet organe n'est utile que dans les pays plats souvent inondés.

Nous avons dit que les bouches des collecteurs princi-

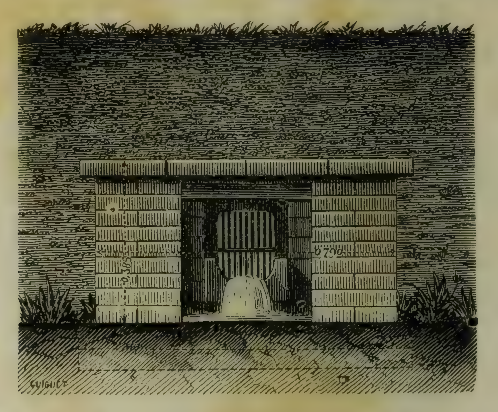


Fig. 361. — Bouche d'évacuation dans un talus (Élévation).

paux, qui donnent l'écoulement à toutes les eaux d'un drainage complet, devaient être construites avec un soin particulier. C'est là que se constate d'une manière apparente le fonctionnement du drainage ; c'est la clef du système de canaux souterrains, que l'on doit conserver comme une propriété spéciale. Nous citerons, dans le cours de cet ouvrage, quelques constructions employées par divers draineurs ; pour le moment, il nous suffira de reproduire les dessins (fig. 361 à 364) des bouches préconisées dans

les *Instructions pratiques* de M. Mangon. Cet ingénieur distingue deux cas : celui où le drain débouche dans le



Fig. 362. — Bouche d'évacuation dans un talus (Coupe).

talus (fig. 361 et 362) d'un fossé qui passe devant la pièce de terre, et celui (fig. 363 et 364) où le drain forme l'ori-

gine ou la tête d'un fossé creusé exprès, et qui se rend dans l'évacuateur général de la contrée.

« La construction de ces bouches, dit M. Mangon, n'exige que quelques briques. Cette légère dépense est largement couverte par la sécurité qui résulte de l'établissement de ces petits ouvrages pour la conservation des débouchés et le maintien du profil des fossés de décharge.

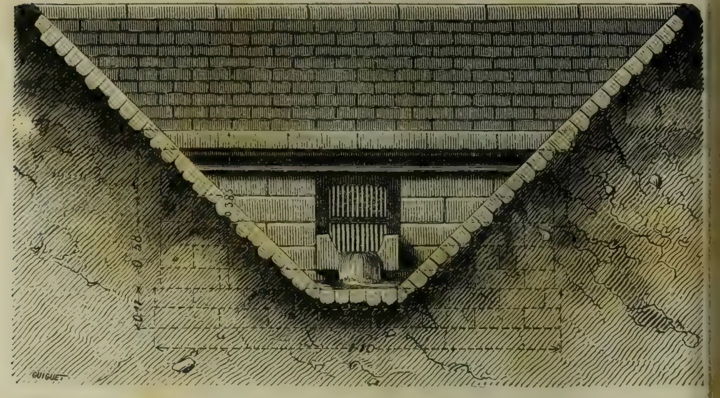


Fig. 363. — Bouche d'évacuation en tête d'un fossé (Élévation).

« Le tuyau de drainage doit être enveloppé, sur une certaine longueur en arrivant de la bouche, dans un petit massif en maçonnerie hydraulique, ou dans un bon corroi glaiseux, pour éviter toute infiltration. Quand on ne craint pas une petite augmentation de dépense, on remplace 1 mètre environ de tuyau en terre, près de la bouche, par un tuyau de fonte ou de tôle bitumée.

« La grille en fonte ou en fer qui ferme la bouche des drains doit être assez serrée pour s'opposer à l'introduction des plus petits animaux et des corps étrangers que la malveillance pourrait tenter d'introduire dans le tuyau.

« La meilleure manière de fixer cette grille consiste à la maintenir, comme l'indiquent les figures 362 et 364, par deux boulons traversant la maçonnerie et maintenus par des clavettes, dont les têtes se trouvent sous les gazons ou le perré du talus, de manière qu'il soit facile de les enlever, si la grille a besoin de nettoyage. »

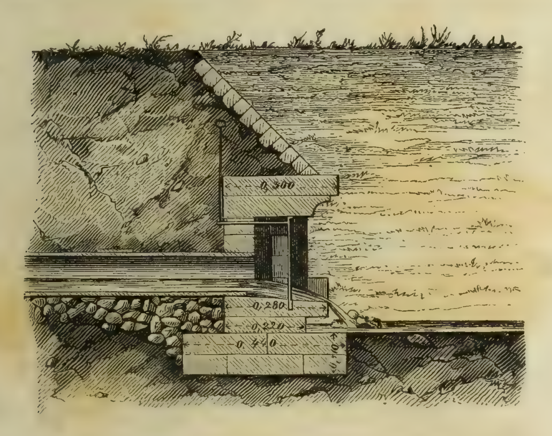


Fig. 364. — Bouche d'évacuation en tête d'un fossé (Coupe).

CHAPITRE XXV

Construction des regards

Il convient d'établir de distance en distance, sur les lignes de drains principaux ou sur les très-grandes lignes de drains ordinaires, de petits regards qui permettent de vérifier au besoin si le drainage fonctionne bien. On les construit au moyen de bouts de gros tuyaux de 20 centimètres de diamètre, qu'on place verticalement sur une tuile

plate ou sur une pierre. Dans un des bouts on pratique autant d'ouvertures circulaires qu'il y aura de drains communiquant entre eux, deux ou trois en général. On fait déboucher la partie supérieure et la partie inférieure du drain (fig. 365) dans ce tuyau, qu'on recouvre encore d'une brique plaque, d'une motte de gazon, puis de terre, en ayant soin de conserver un point de repère pour en faciliter l'inspection. Il faut que la partie supérieure du regard soit à une profondeur ($0^m.50$) assez grande pour ne pas gêner les travaux de labour.

En général, c'est trois jours après une forte pluie qu'il faut venir voir si le drainage fonctionne bien. Pour les

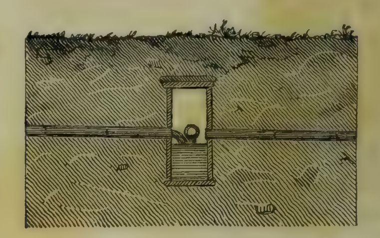


Fig. 365. — Regard pour vérifier le fonctionnement du drainage.

drains principaux, on peut construire les regards de la même manière que nous venons d'indiquer, à moins qu'ils ne débitent beaucoup d'eau ; alors on les fait en maçonnerie, mais sur les mêmes principes que ceux en poterie. On doit choisir spécialement pour établir les regards les jonctions de deux lignes de drains.

M. Mangon conseille d'établir les regards principaux avec deux ou trois gros tuyaux à emboîtement (fig. 366 et 367), posés verticalement sur une pierre plate ou sur une large tuile, et recouverts de la même manière. Un petit enrochement maçonné est placé à la base de ces regards. Les

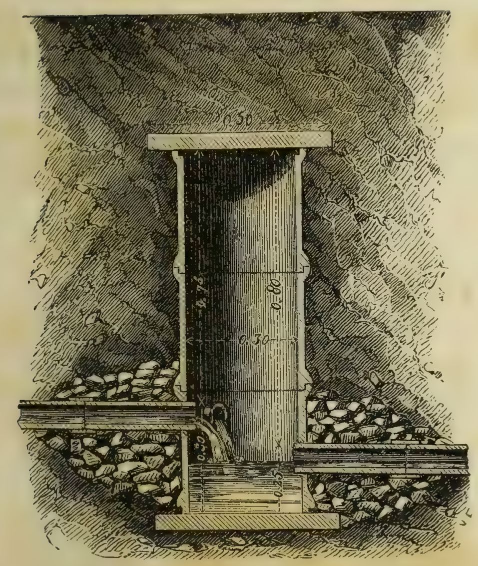


Fig. 366. — Coupe d'un regard construit avec tuyaux à emboîtement.

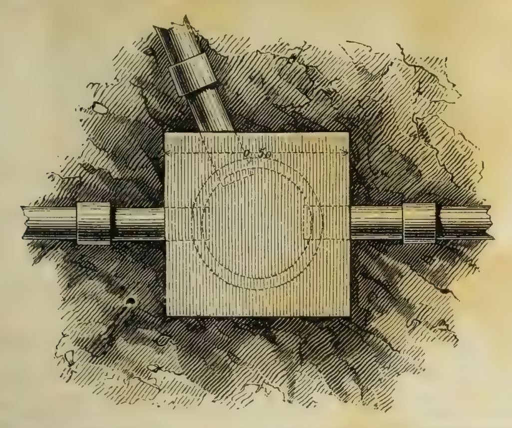


Fig. 367. — Plan d'un regard construit avec tuyaux à emboîtement.

tuyaux qui y aboutissent, en plus ou moins grand nombre, font un peu saillie intérieurement ; ils sont entourés extérieurement de maçonnerie sur une petite longueur pour éviter tout déplacement. Le tuyau de décharge est placé en contre-bas du dessous des tuyaux d'amenée de la hauteur qui est nécessaire pour racheter un excès de pente et



Fig. 368. — Grand regard en pierres sèches (Élévation).

remplacer les divers travaux que nous avons précédemment indiqués (chap. IX, p. 113).

Les regards importants sont construits en pierres sèches ; ils ont au moins 0m.60 de diamètre intérieur (fig. 368 et 369). On les élève jusqu'au niveau du sol, et on les ferme par une planche ou une pierre plate qu'on puisse

facilement lever afin de voir si tous les tuyaux d'amenée *b* donnent de l'eau, qui s'écoule par le tuyau évacuateur *a*, d'un diamètre plus considérable. On laisse quelquefois ouvert le véritable puits ainsi construit; on doit alors l'entourer d'une petite balustrade, avec parois treillagées en fil de fer.

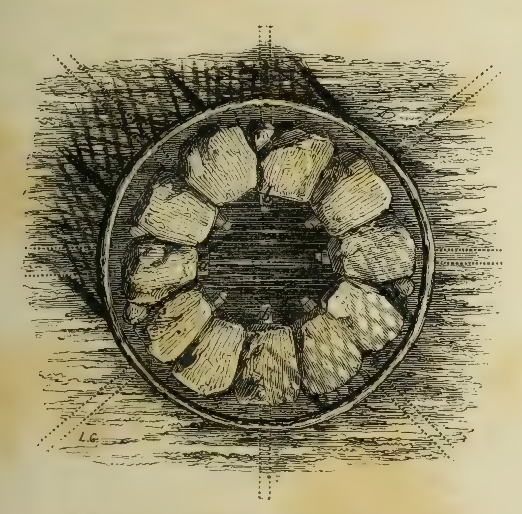


Fig. 369. — Regard en pierres sèches (Plan).

CHAPITRE XXVI

Réparation des travaux de drainage

Nous avons dit que l'on devait vérifier si un drainage fonctionne régulièrement trois jours en moyenne après une forte pluie. Dans certaines terres, l'eau s'écoule des drains beaucoup plus tôt; elle met plus de temps dans

d'autres sols. Il est arrivé que, dans des terrains formés d'argile plastique, les drains n'ont commencé à donner de l'eau que plusieurs mois après l'achèvement des travaux ; mais ensuite l'écoulement a suivi le cours régulier des autres drainages.

Une visite souvent répétée des bouches et des regards doit indiquer à coup sûr si un drainage fonctionne bien. Si l'eau coule trouble, si elle coule en moins grande quantité que d'habitude, ou si elle ne coule plus par un drain, c'est qu'il y a un dérangement dans le système correspondant. Les indications premières obtenues par cette inspection, que l'on devrait s'imposer lors même qu'elle ne présenterait pas un véritable intérêt de curiosité, deviennent



Fig. 370. — Borne repère pour retrouver la direction des drains.

à la longue très-précises par l'aspect du sol. On voit la terre devenir plus humide, prendre une couleur plus foncée que dans le reste du champ, immédiatement en amont de l'endroit où il y a une obstruction ou un dérangement de tuyaux.

Pour pouvoir effectuer les réparations jugées nécessaires, il faut avoir des indications précises sur les directions et les emplacements des drains. C'est pour cette raison, autant que pour conserver la preuve qu'un drainage a été effectué, que nous avons insisté sur l'importance de posséder un plan très-exact des travaux exécutés (chap. IX, p. 118). En outre, des points de repère doivent être pris, et au besoin des bornes (fig. 370) seront plantées pour permettre

de retrouver tous les drains avec facilité, lorsque le labour aura fait disparaître toutes les traces de l'opération. On s'expose à de grands embarras en ne conservant pas une représentation complète de travaux souterrains que l'œil serait impuissant à retrouver, et il ne faut pas reculer devant une dépense qui, quoiqu'elle s'élève à 8 ou 10 fr. par hectare, sera bien compensée dans la suite par les avantages qu'elle procurera.

Les bornes-repères dont nous conseillons la pose doivent être en pierres; elles porteront sur une de leurs faces latérales le numéro du drain correspondant au plan, et en outre on gravera sur la face supérieure une flèche indiquant la direction des tuyaux.

Avec un plan et les bornes-repères il est toujours facile de retrouver l'endroit où un dérangement a eu lieu; on doit découvrir les drains en aval du point où l'eau surabondante manifeste sa présence, jusqu'à ce qu'on rencontre les tuyaux dérangés ou bouchés. On doit réparer avec soin et tout remettre dans l'état primitif.

M. Landa, ouvrier draineur à Villers-Saint-Barthélemy (Oise), a exposé au Concours agricole universel de Paris, en 1856, une chaîne à écurer les drains qui pourra peut-être rendre des services dans les terrains sujets à des obstructions. Cette chaîne se compose de tringles en fils de fer, longues de 0m.30 et recourbées en anneaux à leurs extrémités. Ces anneaux entrent les uns dans les autres. La tringle extrême se termine par une sorte de tire-bouchon destiné à pénétrer dans les dépots intérieurs des tuyaux. M. Landa assure que sa chaîne peut pénétrer à une distance de 40 à 50 mètres, et qu'il a ainsi nettoyé avec succès des drains obstrués, sans être obligé de les relever.

Nous étudierons, dans le livre X de cet ouvrage, les

causes naturelles des obstructions qui ne proviennent pas des malfaçons et des négligences apportées dans la pose et le premier remplissage. Nous dirons seulement ici que ces causes tiennent soit à des incrustations calcaires ou ferrugineuses, soit à l'invasion de racines d'arbres ou de diverses autres plantes, et nous expliquerons dans le chapitre suivant la construction des travaux défensifs que l'on doit exécuter, lorsque l'on a à craindre de pareils accidents.

CHAPITRE XXVII

Travaux défensifs contre les obstructions

Les obstructions qui ne dépendent pas d'une mauvaise exécution de drainage proviennent, avons-nous dit, soit de dépôts salins calcaires ou ferrugineux, soit de l'invasion des racines d'arbres ou de plantes. Ces obstructions peuvent être ou empêchées ou retardées par quelques travaux que nous devons décrire.

Les dépôts salins sont abandonnés par les eaux mises en contact avec l'air atmosphérique, dans lequel elles déposent leur acide carbonique, qui leur donnait un pouvoir dissolvant, ou bien dans lequel elles puisent de l'oxygène, qui, donnant lieu à une suroxydation de certains éléments, engendre une matière non soluble. Il résulte de ces remarques que, si on évite de laisser les eaux qui coulent dans un tuyau en contact avec l'air extérieur, ces eaux doivent cesser d'être incrustantes. Partant de cette vue théorique, M. Mangon a imaginé de placer, à une dizaine de mètres en amont de chaque bouche de décharge et à tous les points de rencontre des maîtres-drains entre eux, des regards analogues à ceux que nous avons déjà décrits

(chap. XXV, p. 228), mais dans lesquels le tuyau d'écoulement est placé à 0m.02 ou 0m.03 au-dessus du tuyau d'arrivée. On comprend que, par cet artifice, le tuyau d'arrivée reste constamment bouché, qu'il n'est pas en contact avec l'air, que l'acide carbonique dissous ne peut se dégager, que l'oxygène de l'air ne peut y être absorbé, et que les incrustations ne peuvent se produire que dans les parties des tuyaux comprises entre les regards et les bouches de décharge (1).

(1) Depuis que ces lignes sont écrites, M. Mangon a publié, dans la seconde édition de ses *Instructions pratiques*, une note pour exposer que l'aération cause les obstructions ferrugineuses aussi bien que les incrustations calcaires ; M. Mangon admet ainsi complétement l'opinion que nous avions émise et démontrée dès la première édition de notre ouvrage. Voici comment il s'exprime :

« L'emploi de regards pneumatiques, analogues à ceux décrits à propos des incrustations calcaires, permettait de supprimer, ou au moins de réduire, dans une énorme proportion, les dépôts ferrugineux qui obstruent les tuyaux de drainage dans un certain nombre de localités. Quelques explications sont nécessaires à cet égard.

« Il se forme, dans certains sols, un composé organique soluble d'oxyde de fer. Cette dissolution conserve indéfiniment sa limpidité dans une atmosphère privée d'oxygène; elle se trouble, au contraire, au contact de l'air, et laisse déposer une masse ocreuse, d'une composition assez complexe, qui forme les obstructions observées dans certains drainages.

« J'ai souvent recueilli des liquides produisant des obstructions errugineuses et les dépôts eux-mêmes récemment formés. Sans donner ici les résultats de mes analyses chimiques de ces produits, je signalerai quelques faits d'un intérêt pratique immédiat.

« Le liquide clair, exposé à l'œil, se trouble rapidement et laisse déposer la matière ocreuse. Si on place ce liquide dans une éprouvette d'oxygène, sur la cuve à mercure, on peut observer l'absorption complète du gaz employé. Le dépôt récemment formé, recueilli dans une bouteille pleine d'eau et bien bouchée, passe, en quelques jours, du rouge ocreux au brun noir, par suite de la réduction du peroxyde de fer par la matière organique. La masse ainsi modifiée, jetée sur un filtre, fournit de nouveau une disso-

Pour empêcher les racines des arbres et des plantes de former dans les tuyaux des espèces de queues de renard qui finissent, surtout en arrêtant toutes les parcelles terreuses entraînées par les eaux, par former des obstructions complètes, les draineurs ont proposé plusieurs systèmes dont l'efficacité absolue toutefois ne peut être garantie, à cause du peu de temps qui s'est écoulé depuis qu'on les a employés. On ne peut faire à cet égard que des conjectures théoriques.

Quand un drain traverse un massif d'arbres ou des taillis, ou bien encore quand il passe à moins de huit mètres d'un arbre, M. Jacquemart place des fascines au-dessus de la ligne des tuyaux, non-seulement sous les arbres, mais encore à quelques mètres en amont et en aval. Il espère que les racines ne dépasseront pas les fascines, qui, presque toujours à sec, ne leur offriront aucune nourriture. Si d'ailleurs les racines pénétraient dans les tuyaux et les obstruaient, les fascines offriraient elles-mêmes une issue à l'eau. Les fascines employées par M. Jacquemart sont faites en bois vert, d'essence d'aune ou de charme ; elles présentent $1^{m}.33$ de longueur, $0^{m}.16$ de diamètre, $0^{m}.51$ de circonférence, et elles ont trois harts ; elles coûtent 11 fr. le cent dans le bois. Dans des terrains mal assis, présentant des crevasses, M. Jacquemart a fait usage des mêmes fascines à la place de tuyaux. Le recouvrement

lution limpide, plus ou moins chargée, qui se trouble quand on l'expose à l'action de l'oxygène de l'air.

« Ces observations, qu'il est inutile de multiplier et de développer davantage ici, établissent clairement que l'emploi d'un regard pneumatique, en empêchant l'air extérieur de pénétrer dans les drains, s'opposera très-efficacement au dépôt de matières ocreuses. L'oxygène qui pourra s'introduire dans les drains, sans passer par leur orifice inférieur, ne détermine que des dépôts insignifiants que les eaux entraîneront facilement au dehors. »

des fascines s'effectue avec les précautions que nous avons indiquées ailleurs (liv. II, chap. VII, t. I, p. 69).

M. Mangon conseille de se servir de drains à pierres perdues (liv. II, chap. II, t. I, p. 36) pour préserver un drain garni de tuyaux de l'envahissement des racines des arbres à bois blanc. La figure 371 donne la section d'un drain destiné à cet usage, qui a été placé entre une rangée de peupliers et un drain à tuyaux ordinaires (voir le drainage de l'étang de Chevrier, fig. 266, p. 101). M. Mangon a supposé que les racines développeront leur chevelu dans

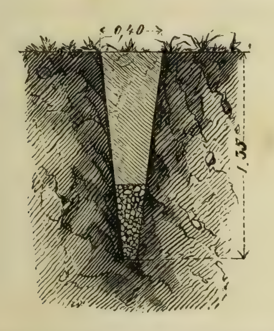


Fig. 371. — Drain de défense contre l'envahissement des racines des arbres.

l'empierrement humide, et qu'elles n'iront pas, de longtemps, gagner les tuyaux de terre.

Lorsqu'on doit traverser un endroit planté d'arbres, sans tenir à le drainer; lorsqu'on doit, par exemple, placer un drain d'écoulement dans une propriété voisine, afin d'aller chercher un évacuateur public, on peut faire un drain étanche. M. Maitrot de Varenne, ingénieur des ponts et chaussées à Toulouse, auteur de bonnes instructions sur le drainage dans la Haute-Garonne, publiées d'après les ordres du préfet, conseille de rendre les drains étanches en en-

tourant les joints d'une forte couche de ciment, après avoir assujetti convenablement les tuyaux. « On peut encore, dit-il, établir au fond de la fouille une couche de 0m.10 d'épaisseur d'un corroi de glaise ou de sable gras arrosé d'un lait de chaux. On dépose sur ce corroi un conduit à joints croisés d'un petit tuyau dans un gros, et on le recouvre du même corroi fortement piloné, après avoir garni préalablement les joints. »

Mais entre toutes les inventions qui ont été faites pour obtenir des drains parfaitement à l'abri des obstructions, et qui cependant fonctionneront régulièrement, sans que l'on ait à faire un grand surcroît de dépenses, nous signalerons le système imaginé par M. Rérolle, professeur de génie rural à l'École impériale d'Agriculture de la Saulsaie. Ce système consiste à creuser des tranchées, comme dans le drainage actuel avec tuyaux, c'est-à-dire des tranchées généralement parallèles, débouchant dans un collecteur. Seulement les tuyaux sont assemblés d'une manière étanche à l'aide de colliers et de ciment, et, de distance en distance, ils communiquent avec d'autres tuyaux placés verticalement dans des trous verticaux *c i d*, creusés au fond *a b* des tranchées. Ces trous sont garnis de gros graviers et de pierres ou de cailloux cassés, au milieu desquels est placé le tuyau vertical. Ces graviers ou pierres sont en outre recouverts d'une couche de paille ou de mousse, ou de gros sable, pour empêcher la terre boueuse d'être entraînée au fond des trous, et de remonter dans le tuyau vertical pour se répandre dans le tuyau étanche légèrement incliné à la manière des lignes de tuyaux des drainages ordinaires

La figure 372 représente le système de M. Rérolle. L'assemblage des tuyaux les uns dans les autres, et des tuyaux verticaux dans la ligne de tuyaux ordinaires, est rendu plus compréhensible encore par la figure 373.



Fig. 372. — Coupe d'un drainage du système de M. Rérolle.

M. Rérolle commence par souder des petits tuyaux trois à trois, au moyen de manchons et de ciment coulé dans le vide laissé entre l'extérieur des tuyaux et l'intérieur des manchons. Les tuyaux ainsi obtenus ont 1 mètre de long et sont très-solides. Pour les réunir entre eux, il n'y a qu'à placer le bout sans manchon de l'un dans le bout avec manchon de l'autre, et à cimenter. Les conduites qui plongent dans les trous verticaux sont formées d'un petit tuyau et d'un tuyau collecteur échancré à sa partie supé-

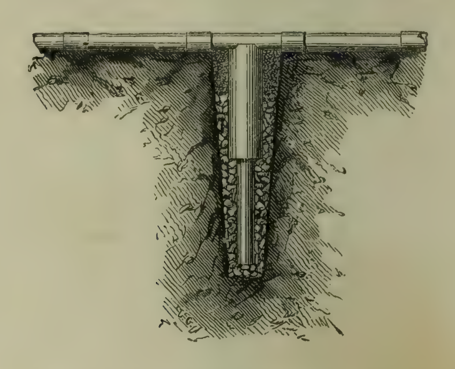


Fig. 373. — Assemblage des tuyaux verticaux et horizontaux du systèm de M. Rérolle.

rieure ; on réunit la conduite placée au fond de la tran chée avec celle du trou vertical, en perçant un petit tuya de drainage en son milieu, et en le plaçant dans l'échan crure de la conduite verticale.

On comprend que l'eau s'écoulera dans les tuyaux étan ches en remontant par les trous verticaux, en vertu d principe connu d'hydrostatique, dit des vases commun quants. Le niveau de l'eau restera constamment un pe au-dessus des tuyaux étanches, et l'eau ne s'échappe

qu'après s'être filtrée à travers le gravier ou les pierres cassées. Quant aux racines des arbres, elles ne pourraient pénétrer dans les lignes de drains qu'en remontant à travers les tuyaux verticaux, ce qui est évidemment impossible. D'ailleurs elles trouveront un terrain constamment humide entre la tranchée et les fonds des trous verticaux, et elles ne pourront y vivre.

M. Rérolle pense que son système de drainage pourrait être substitué au système actuel. Il est certain que rien ne s'y opposerait absolument, mais l'utilité de cette substitution ne nous apparaît que dans le cas des terrains plantés en arbres ou cultivés en plantes à racines profondes, ou bien encore dans le cas où on voudrait combiner le drainage avec l'irrigation; nous reviendrons dans un autre livre sur cette importante question.

CHAPITRE XXVIII

Exécution du drainage vertical ou par perforation

Lorsqu'à une profondeur plus ou moins grande au-dessous du terrain argileux imperméable soumis au drainage artériel, dont nous avons décrit l'exécution, il se trouve des couches perméables, elles peuvent devenir un excellent auxiliaire de l'assainissement du sol. Toutefois, il y a lieu de distinguer deux cas principaux dans lesquels on tirera parti de cette disposition géologique particulière d'une terre. Si la couche perméable est à une petite profondeur, si elle est répandue sous une grande partie du champ drainé, on peut la mettre en communication, par un plus ou moins grand nombre de points, avec le drainage artériel; mais s'il faut aller trouver le terrain absorbant à une

grande profondeur, ou s'il n'est placé que sous une partie de la terre à drainer, on ne doit profiter de cette circonstance que pour créer un ou plusieurs puits dans lesquels, en cas de besoin, on dirigera les eaux du drainage dont des difficultés de voisinage empêchent de se débarrasser autrement. Nous nous occuperons de l'établissement des puits absorbants dans le chapitre suivant; nous allons parler maintenant seulement des trous verticaux multiples qui constituent ce que l'on a appelé le drainage vertical, le drainage hollandais ou le drainage par perforation. Nous avons déjà dit quelques mots de ce système d'assainissement (liv. II, chap. XIII, t. I, p. 87). Voici la traduction faite par M. Lamairesse, ingénieur des ponts et chaussées, auteur d'un manuel de drainage publié sous les auspices des préfets de l'Ain, du Jura et du Doubs, de l'article de M. le baron de Brakell, qui a fait connaître plus particulièrement en France le drainage hollandais.

« Depuis huit ans que je draine par perforation, dit M. de Brakell, je suis satisfait des résultats que j'ai obtenus. J'opère d'une manière très-simple : je fais, soit avec des pieux, soit avec des tarières, des trous assez profonds pour atteindre une couche de terre à partir de laquelle l'eau puisse s'écouler par le bas et de côté ; une profondeur de 1m.50 est suffisante dans ma contrée. Dans chaque trou je fixe une perche dont le sommet est assez bas pour qu'elle ne gêne pas la culture; j'achève de remplir le trou autour de la perche avec de la terre, ou même de la bruyère, de la mauvaise paille et autres matières de même nature; au-dessus de la perche je remplis le trou avec de la terre. Comme je travaille la terre jusqu'à un tiers de mètre au-dessous du sol, et bien plus avec la bêche qu'avec la charrue, mes perches sont enfoncées jusqu'à 0m.33 au-dessous de la surface du sol.

« Je me propose de démontrer que, pour nos terrains, non-seulement le drainage par perforation est plus facile et moins dispendieux, mais encore qu'il fertilise davantage le sol, et qu'il remplit bien mieux les vues que l'on a, notamment celle d'obtenir de plus riches moissons.

« On sait que le cultivateur est généralement mal disposé pour une nouvelle méthode de travail, lors même que tout le monde lui en vante les avantages ; si l'opération ne peut s'exécuter sans le secours d'autrui et sans dépenses extraordinaires, il s'y résout très-difficilement.

« Le drainage par perforation peut s'exécuter sans l'assistance des hommes de l'art, et il n'oblige point à des dépenses extraordinaires ; on s'y décidera donc plutôt qu'au drainage avec tuyaux, qui présente beaucoup de difficultés et oblige à des déboursés considérables.

« Quelle est la cause qui empêche l'eau de pénétrer dans le sous-sol, qui maintient la couche arable humide et froide, et rend le sous-sol marécageux?

« Selon moi, c'est la présence sous ce sous-sol arable d'une argile compacte, ou pour mieux dire d'une couche imperméable. Perforée, cette couche cesse d'arrêter l'eau ; celle-ci se décharge et s'écoule dans les couches perméables jusqu'aux issues les plus voisines. La couche arable, débarrassée de l'eau en excès, peut être travaillée aux premiers beaux jours du printemps, et l'argile grasse perd peu à peu sa mauvaise nature.

« Il est évident que l'eau s'écoule par les trous ; car, dans le district de Nader-Retrave, on ne peut percer nulle part à une profondeur de 1m.10 sans que l'eau venue dans les trous ne s'y abaisse au même niveau que dans les fossés les plus rapprochés ; c'est au moins ce qui se passe ici, et, j'en suis sûr, dans beaucoup d'autres lieux. Ne doit-on pas en conclure que, pour nos terres, le drainage par per-

foration convient bien mieux que le drainage par tuyaux ?

« Ajoutons que beaucoup de terres, pendant la plus grande partie de l'année, ne sont pas de $0^m.35$ au-dessus de l'eau ambiante, et que les tuyaux, devant être situés à un niveau plus élevé que celui de l'eau dans la décharge, ne peuvent que rarement être employés utilement.

« Ainsi sont frappées de stérilité beaucoup de terres qui, la plus grande partie de l'année, ne sont pas élevées de $0^m.20$ au-dessus de l'eau. Pour elles, les tuyaux ne peuvent être d'aucune utilité ; pourtant le sous-sol est imperméable, et l'été même, lorsque les eaux sont très-basses, quelques jours de pluie ou de forts orages peuvent arrêter la croissance des blés, ce qui apparaît par la couleur jaune qu'ils prennent alors.

« Dans ces circonstances, l'eau excédante ne peut être absorbée que par des trous.

« Dans les fonds plus élevés, où l'eau est arrêtée par des couches imperméables, la perforation lui donne une prompte issue.

« On doit considérer qu'avec 6,000 trous par hectare, soit 60 par are, la distance d'un trou à l'autre est très-faible ($1^m.33$) ; qu'ainsi, lors des fortes pluies, l'eau s'écoule plus tôt que par les tuyaux, dont l'écartement est au moins de 6 mètres, en sorte que, depuis le milieu, elle doit parcourir une distance de 3 mètres jusqu'au conduit.

« Ajoutons qu'on n'a à craindre aucun accident qui suspende l'écoulement ; que, dans les fortes chaleurs et sécheresses, l'invasion de l'eau le long des pierres rafraîchit le sol et vivifie les plantes sur une surface d'un rayon de 2 décimètres autour de chaque trou, sur 6,000 points différents par hectare.

« Remarquons encore que de chacun des 6,000 trous on extrait $1^m.50$ de terre, qui, répandus à la surface et

mêlés avec la couche arable, en modifient très-utilement la composition. C'est là un grand avantage qu'on n'aurait pas avec les tuyaux.

« En outre, la circulation peut être arrêtée dans les tuyaux par mille accidents, ce qui donne lieu à des dépenses d'entretien considérables.

« La perforation peut se faire sans nivellement ni aucune autre opération préliminaire, par le premier ouvrier venu; on n'a qu'à déterminer l'espacement des trous sur quelques points principaux, et l'étendue de terrain sur laquelle chaque espacement peut être conservé.

« On commence par le terrain le plus bas, de telle sorte qu'en plaçant les trous dans les sillons on peut, en toute saison, exécuter le travail sans perdre de récolte; avec les tuyaux, au contraire, on perd une récolte dans les terres basses, où l'eau ne permet pas d'ouvrir des tranchées pendant la mauvaise saison.

« Un drainage par perforation peut s'interrompre sans que, pour cela, on perde le fruit du travail déjà fait; avec des tuyaux, il faut terminer une opération avant d'obtenir aucun résultat.

« Je vais citer plusieurs faits qui prouvent l'efficacité de ce mode de drainage.

« Les champs obtenus en défrichant des bois, même lorsqu'ils sont soumis aux assolements les plus épuisants, sont beaucoup plus faciles à travailler et plus sains, et donnent des produits de meilleure qualité que les prés mis en culture, lors même qu'on les améliore beaucoup. On doit, selon moi, attribuer cet effet à la division du sous-sol par les racines des arbres qui y sont restées après le défrichement.

« Les pieux dans les trous remplacent les racines et donnent à l'eau le même écoulement.

« Depuis longtemps j'avais remarqué la fertilité exceptionnelle qui suit le défrichement des bois, mais je n'y ai réfléchi que lorsque j'ai connu les avantages du drainage.

« L'eau s'écoule le long des racines des arbres restées en terre ; là est toute l'énigme.

« Remplacez celles-ci par des pierres, et vous obtiendrez le même assainissement, la même facilité qu'avec des tuyaux souterrains. L'expérience faite sur un grand nombre d'hectares a répondu à cette attente.

« J'ai lu un fait qui ne peut évidemment s'expliquer que par le drainage.

« Un Anglais avait fait périr les vers de terre d'une excellente prairie, parce que les miettes de terre qu'ils apportent salissaient le gazon. Après quelques années, le pré avait beaucoup dépéri ; il y remit des vers, et le gazon reprit sa première vigueur.

« Autrefois je supposais que la prairie avait été améliorée par la terre qu'apportaient les vers ; aujourd'hui je pense que l'effet produit provient du drainage par les trous que les vers creusent dans la terre, jusqu'à une grande profondeur, pendant la mauvaise saison.

« Il est encore digne de remarque que, lorsqu'on engraisse continuellement un terrain maigre, il devient très-fertile, lors même qu'il repose sur un sous-sol imperméable, et que, une fois engraissé, il est peu chargé d'eau.

« Ne doit-on pas l'attribuer aux taupes, attirées par les vers qui se tiennent toujours dans un terrain gras ? On les considère comme une grande plaie pour nos terres les plus fertiles ; mais il est clair qu'en creusant profondément la terre pendant les froids elles facilitent l'absorption de l'eau surabondante par le sous-sol, et que, loin d'être nuisibles, elles font ainsi beaucoup de bien,

« De tous les faits acquis par l'expérience, on peut conclure que les trous avec les pieux verticaux peuvent absorber toute l'eau en excès.

« Voyons maintenant le prix de revient de ce drainage.

« Autrefois, on donnait 2 francs pour percer 100 trous; maintenant la dépense est réduite de moitié ou des trois quarts par l'usage des tarières; on doit donc compter 1 fr. pour 100 trous, et pour 100 pieux, à $0^{f}.02$ le pieu, 2 fr.

« Les outils nécessaires sont des bêches ordinaires et deux sondes ou tarières, l'une de 1 mètre et l'autre de $1^{m}.60$ de long; elles ont la forme des tarières qui servent à perforer les corps de pompe, et coûtent ensemble 10 francs.

« A raison de 6,000 trous par hectare, le drainage reviendrait à 188 francs par hectare, en prenant des ouvriers spéciaux et achetant les pieux; mais ne voit-on pas que le fermier occupe à ce travail ses valets dans la mauvaise saison, où il ne saurait les utiliser autrement; en sorte que, le plus souvent, il n'aura rien à débourser.

« Il pourra même extraire les pieux des fagots qu'il faut pour la consommation de la ferme, et alors ils ne lui reviendront qu'à 1 centime la pièce.

« Il est très-onéreux pour de petits propriétaires d'exécuter par eux-mêmes le drainage avec des tuyaux; car bien peu connaissent le nivellement et peuvent fixer les points de décharge. Cet inconvénient n'existe point dans le drainage par perforation; on n'y rencontre aucune difficulté qui force à suspendre le travail, et on peut y utiliser tous les instants dont on dispose, quelque courts qu'ils soient.

« C'est donc un grand avantage pour les petits propriétaires de ne point dépendre d'opérations préliminaires et du concours des hommes de l'art.

« A l'appui de ce que j'ai dit sur l'efficacité du drainage par perforation, je citerai les essais faits dans des jardins par le docteur de Maanen et le notaire de Feyfer, à Barnevald, et par M. de Kock, à Linden; ils ont parfaitement réusssi et ont amélioré beaucoup les terrains.

« Je crois avoir éclairé suffisamment les cultivateurs sur la préférence à donner à l'un ou à l'autre des deux modes de drainage; quel que soit celui des deux auquel ils s'arrêtent, je serais heureux que cet écrit pût les décider à assainir leurs terres. »

Nous avons voulu reproduire en entier les pages précédentes, afin que notre ouvrage contînt tous les renseignements originaux possibles sur l'opération qui y est décrite, et non pas parce que nous donnons notre approbation à un grand nombre d'assertions gratuites qui s'y rencontrent. Au fond, le drainage vertical sera très-efficace dans les terrains formés d'une couche imperméable peu épaisse, reposant immédiatement sur une couche absorbante; alors il aura peut-être même l'avantage sur le drainage artériel. Dans tous les autres cas, il améliorera certainement le sol, en augmentant sa profondeur, mais il sera moins actif que la méthode de drainage ordinaire, surtout parce que l'air ne peut y jouer qu'un rôle insignifiant. Or, nous démontrerons, dans le livre consacré à la théorie du drainage, quelle influence considérable exerce l'aération du sol dans les effets du drainage.

M. Perreul, maire d'Avesne, près de Moulins (Allier), emploie un drainage vertical un peu différent du drainage hollandais; il substitue des tuyaux aux pieux de bois pour garnir les trous de sonde qui doivent mettre en communication la couche arable avec la couche absorbante. Voici la description de son système.

Un trou étant foré à l'aide d'une tarière jusqu'aux cou-

ches absorbantes, on le tube avec des tuyaux de forme évasée d'un côté et rétrécie de l'autre, de manière à ce qu'ils puissent s'emboîter les uns dans les autres. Le tuyau qui doit être placé le plus profondément porte, jusqu'aux deux tiers de sa hauteur, deux fentes latérales qui vont en se rétrécissant de bas en haut, de telle sorte qu'il ne s'appuie pas sur le sol par toute sa circonférence, mais seulement par deux espèces de piliers. Pour l'introduire dans le trou foré, on met un petit morceau de bois entre les deux piliers que nous venons d'indiquer, et on contourne autour de ce morceau de bois une corde mince en double, dont on fait sortir les deux bouts par l'autre extrémité du tuyau. On enfile les autres tuyaux dans la corde, de manière à former un chapelet qu'on place d'un seul coup dans le trou foré; on lâche ensuite un des bouts de la corde, et on tire l'autre bout pour la faire sortir du chapelet. On coiffe le conduit ainsi obtenu avec un tuyau terminé en pomme d'arrosoir et percé de trous longitudinaux; cette pomme terminale doit être enfoncée à 0m.50 au-dessous de la surface du champ, pour qu'il n'y ait pas de dérangement causé par les travaux de culture. M. Perreul s'est servi de tuyaux en ciment hydraulique, ayant 0m.3 de diamètre dans leur plus petite largeur, et qui lui sont revenus à 10 fr. les 100 mètres courants. Avec vingt puisards ainsi tubés, M. Perreul a assaini un hectare; mais il a soin de dire que dans certains terrains il faudrait dépasser ce nombre.

M. Degousée a décrit en 1847, dans son *Guide du Sondeur* (p. 172), un autre mode de drainage vertical à l'aide de fascines. « Les couches imperméables qui, dit-il, sont soit à la surface du sol, soit à quelques centimètres au-dessous de la superficie, n'ont souvent que quelques mètres d'épaisseur. Ce point est facilement vérifié par quelques heu-

res de travail d'une sonde d'exploration, lorsque la couche imperméable n'a que 6 à 10 mètres de puissance. Si la terre est labourée en billon, et que l'on fasse entre chaque séparation repasser la charrue, il y aura une différence d'au moins 0m.66 de niveau, entre le fond de séparation de chaque billon et la partie la plus élevée du milieu. Les eaux descendront naturellement dans les rigoles, et, pour s'en débarrasser, il suffira de donner, de 100 à 200 mètres de distance l'un de l'autre, un coup de sonde avec une tarière de 0m.20 à 0m.25 de diamètre. Deux hommes peuvent faire plusieurs trous dans une journée ; pour empêcher ces trous de se boucher, l'on fait un saucisson en épines ou broussailles, on l'introduit dans le trou en AB, A′B′, A″B″ (fig. 374), et autour on fait un petit collier de

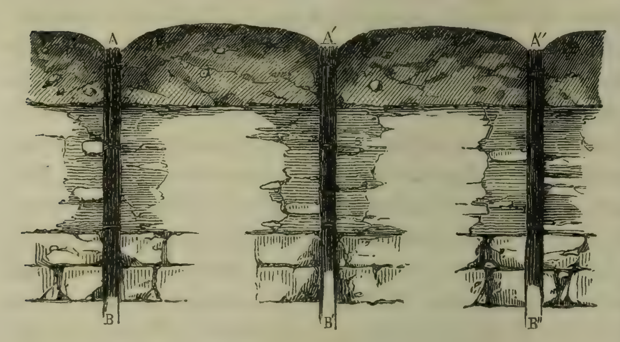


Fig. 374. — Drainage vertical garni de fascines.

même nature, et d'un diamètre double de celui du sondage. Au moyen de ces précautions faciles et peu coûteuses, l'on obtient bientôt l'assèchement complet du sol. »

M. Mangon a décrit un système dans lequel, particulièrement pour les terrains bourbeux et criblés de sources pla-

cées à peu de hauteur au-dessus d'une couche absorbante, se trouvent combinés avantageusement le drainage vertical avec le drainage artériel ordinaire ; c'est ce qui a été fait pour l'assainissement de l'étang de Chevrier (fig. 266, p. 103). Nous empruntons à M. Mangon la description du procédé d'exécution (*Instructions pratiques*, p. 75).

« L'économie que ce système procure, dit-il, son succès dans des terrains complétement détrempés, où tout autre travail serait impossible, le rendent précieux dans un grand nombre de circonstances.

« On ouvre, comme de coutume, une tranchée de drainage, et on la prolonge à travers les parties les plus bourbeuses du terrain. Si cela est nécessaire, on ouvre quelques autres tranchées partant du centre du terrain bourbeux, et prolongées en patte d'oie jusqu'à une certaine distance de leur origine, comme l'indique la figure 375.

« On prépare ensuite des tuyaux ordinaires, et on les entre librement et à joints croisés (fig. 376 et 377) dans des tuyaux du numéro immédiatement supérieur, qui forment pour les premiers des manchons de même longueur qu'eux : il suffit, pour cela, de commencer par un demi-tuyau. On a soin, comme le montre la fig. 376, d'échancrer les tuyaux pour rendre facile l'introduction de l'eau extérieure dans l'intérieur de ces tuyaux.

« On fait passer dans la file de tuyaux ainsi préparés une tige de fer rond de 0m.015 à 0m.025 de diamètre, ou bien, suivant les cas, une tige de bois d'un diamètre inférieur de 5 à 6 millimètres à celui des tuyaux.

« On enfonce l'extrémité inférieure de cette tige de bois ou de fer dans un cône en bois dur (fig. 378), ferré à la pointe, si le terrain est résistant. Cette espèce de sabot a 0m.01 de diamètre de plus environ que le diamètre extérieur du tuyau. Il n'est que très-légèrement réuni à la tige

cylindrique, pour que l'on puisse séparer ces deux pièces l'une de l'autre sans éprouver une forte résistance, en les tirant en sens opposé.

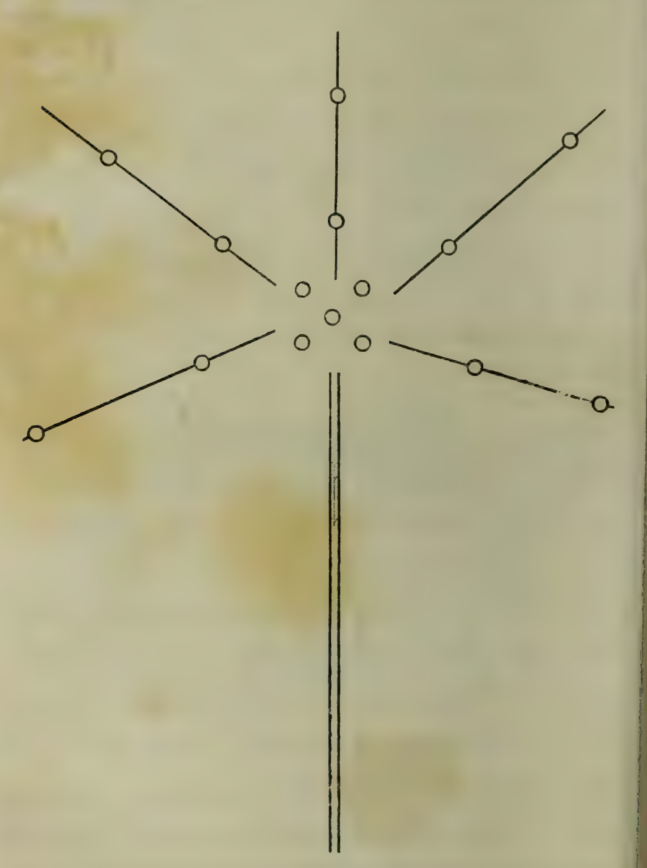


Fig. 575. — Plan d'ensemble d'un drainage vertical.

« Les choses ainsi disposées, on enfonce verticalement,

au fond des tranchées ouvertes à l'avance, les tuyaux précédés du sabot. Si le terrain est très-bourbeux, comme celui de certains prés à bouillons, la colonne s'enfonce, pour ainsi dire, par l'action seule de son poids. Si le terrain est plus résistant, on la fait descendre en frappant sur le sommet de la tige de bois ou de fer dont on a parlé. Dans le cas où le terrain serait plus dur encore, et où l'on ne pourrait faire descendre la colonne de tuyaux par ce

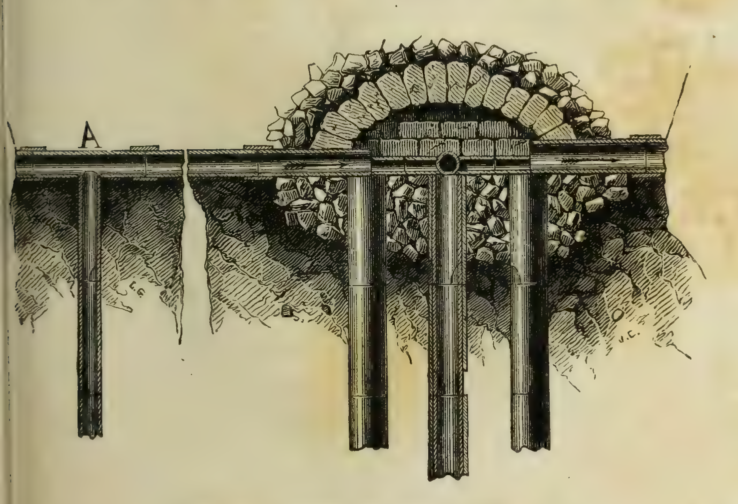


Fig. 376. — Coupe d'un drainage vertical.

moyen, on préparerait leur emplacement avec un petit pieu en bois dur, saboté en fer à la pointe, et fretté à sa tête comme un pilotis, que l'on enfoncerait à la masse ou avec un petit mouton, et que l'on arracherait ensuite. Enfin, on aurait recours à la sonde dans les terrains où l'on rencontrerait de grosses pierres isolées, ou des couches minces trop dures pour céder à l'action du pieu ferré.

« Lorsque la colonne de tuyaux est mise en place, quelle que soit la méthode employée, on soulève la tige qui traverse les tuyaux ; elle se sépare du sabot, qui reste sous la colonne de tubes, et peut être ramenée à l'extérieur pour servir à d'autres opérations.

« La tête des tuyaux ainsi placée est entourée de quelques pierres formant enrochement, et s'introduit, comme

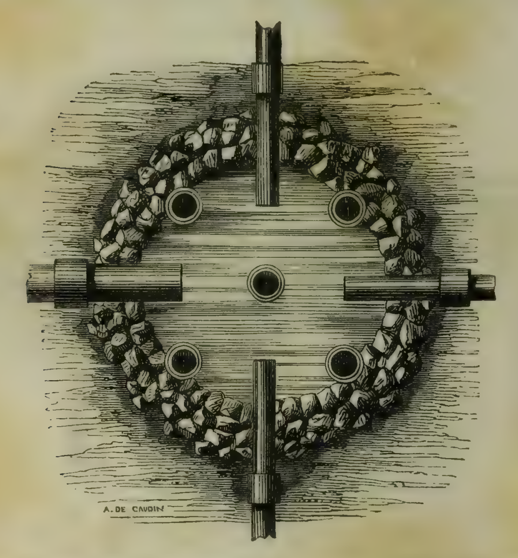


Fig. 377. — Plan du drainage vertical au niveau du tuyau d'écoulement.

on le voit en A (fig. 376), dans le tuyau horizontal du drain, percé à cet effet d'une ouverture circulaire, comme pour un raccordement ordinaire.

« Quand l'abondance des eaux oblige à placer plusieurs tuyaux verticaux les uns à côté des autres (fig. 376 et 377), on peut les recouvrir, comme l'indique la figure 376, par

une espèce de voûte en pierres sèches formant l'origine du drain de décharge.

« La disposition des tranchées, en plan, varie nécessairement avec la disposition des lieux ; mais il est bien rare que quelques tuyaux groupés au centre même du terrain bourbeux ne suffisent pas à son assainissement. Des tuyaux verticaux placés dans un drain à 8 ou 10 mètres les uns des autres enlèvent déjà un énorme volume d'eau.

« Quand on a placé des tuyaux verticaux dans un terrain, il convient, avant de recouvrir le drain de décharge, d'attendre que le régime des eaux soit bien établi, afin de proportionner le diamètre, ou le mode de construction du drain, au volume d'eau à débiter.



Fig. 378. — Mode d'enfonçage des drains verticaux.

« La longueur des colonnes de tuyaux dépend nécessairement de la nature du sol où l'on opère. On les enfonce autant que le permet la résistance du terrain ; souvent on atteint des profondeurs de 4, 5 et 7 mètres et plus, qui,

ajoutées à la profondeur de la tranchée, placent l'extrémité inférieure du tuyau à 8 ou 9 mètres au-dessous du sol. Chacun de ces tuyaux fonctionne, sur toute sa longueur, comme un drain ordinaire. On opère donc ainsi un drainage vertical d'une très-puissante action sur les eaux remontantes ou sur les eaux descendantes, si l'on atteint une couche absorbante, ce qui, du reste, arrive assez rarement. »

Le lecteur a sous les yeux de nombreuses indications sur les drainages verticaux; il trouvera dans le chapitre suivant la description complète de l'exécution des sondages que tous ces systèmes exigent. Ajoutons seulement ici que ces systèmes n'ont rien de nouveau que quelques détails secondaires. Les marais du comté de Roxburgh, en Angleterre, couverts de magnifiques récoltes; les *embughs* des anciens marais de la plaine des *Paluns*, près de Marseille, aujourd'hui plantés en vignes, sont des exemples qui attestent l'ancienneté de grands desséchements obtenus au moyen de drainages verticaux, qu'on appelait jadis des boitouts artificiels.

On comprend que l'on puisse trouver dans les méthodes précédentes un puissant auxiliaire du drainage artériel; à ce point de vue, on ne saurait leur donner trop d'attention; mais il faut bien se garder de les considérer comme étant d'une application générale et comme pouvant remplacer, même dans des cas restreints, le procédé général de drainage dont nous avons exposé l'exécution. La combinaison intelligente des différents systèmes, l'emploi judicieux de toutes les ressources mises par la science au service de l'ingénieur, doivent être regardés comme les seuls moyens de vaincre toutes les difficultés que des circonstances locales, variables à l'infini, peuvent présenter.

CHAPITRE XXIX

Puits absorbants et puits artésiens

Il est des contrées qui forment des espèces de cuvettes ou des plaines sans pente et sans écoulement. Le drainage des terres placées dans une telle situation serait impossible si on ne parvenait pas à donner une issue aux eaux, soit dans l'intérieur même du sol, soit dans des fossés convenablement disposés. C'est par la construction de puits absorbants, ou par l'établissement de machines d'épuisement, qu'on parvient à vaincre cette difficulté et à obtenir un assainissement complet. Nous allons traiter ici de l'établissement des puits. Nous renvoyons au livre XI de cet ouvrage ce qui concerne les machines d'épuisement, leurs moteurs, et particulièrement les moulins à vent s'orientant d'eux-mêmes ; nous aurons une occasion naturelle d'en parler en nous occupant des rapports du drainage et de l'irrigation.

La construction des puits absorbants a été généralement trop négligée depuis quelques années; autrefois on s'en occupait davantage avec raison. Voici comment en parle, dans la *Maison rustique du XIX*e *siècle*, un ingénieur qui a rendu de grands services à l'agriculture, Héricart de Thury (1) : « On désigne communément sous les noms de *boitouts*, *bétoirs* ou *boitards*, des puits perdus ou

(1) T. I, p. 140. — Nous nous faisons un devoir et un plaisir de mentionner ici un fait que nous n'avions pas remarqué en faisant l'histoire du drainage. Héricart de Thury a songé avant les Anglais à placer des tuyaux en poterie au fond des tranchées de drainage. « Il serait à désirer, disait-il en 1834, dans la *Maison rustique*, qu'on pût en fabriquer dans un grand nombre de départements. »

puisards naturels plus ou moins profonds, de diamètres très-variés, le plus souvent verticaux, et cependant quelquefois obliques sous différentes inclinaisons. Les *gouffres*, *entonnoirs* ou *engoultouts* ne diffèrent de ces puits que par leurs plus grandes dimensions. Ces puits et ces gouffres sont d'une grande utilité pour l'agriculture dans les pays argileux et de terres fortes et humides, pour absorber les eaux abondantes que la compacité de ces terres retient à la surface, et qui porteraient le plus grand préjudice aux récoltes. C'est à cette propriété d'absorber les eaux que sont dues les dénominations sous lesquelles les habitants des campagnes désignent ces gouffres et ces puits. »

Héricart de Thury indique ensuite les probabilités que l'on a de rencontrer des couches absorbantes. Ces couches doivent être formées de terrains perméables, et par conséquent elles seront elles-mêmes très-souvent aquifères; mais si leur niveau hydrostatique est inférieur au niveau du terrain dans lequel on se trouve, elles n'en seront pas moins très-bien disposées pour remplir le but que l'on a en vue; elles formeront un véritable cours d'eau souterrain, dans lequel il sera très-logique de jeter les eaux de drainage.

« Il existe des terrains perméables, dit Héricart de Thury, presque généralement sous les argiles; ainsi, dans quelques endroits, sous les glaises ou les masses argileuses, on trouve des sables, des graviers ou des couches de galets; ailleurs ce sont des calcaires siliceux, caverneux et marbrés, ou fendus et lézardés dans toute leur épaisseur; ici ce sont de grands dépôts de gypse ou de calcaire marin, dont les couches, rompues et bouleversées, présentent de longues et larges fentes, qui se croisent dans tous les sens; là c'est la grande masse de craie qui, fendillée par une sorte de retrait qu'elle a probablement éprouvé

lors de sa dessiccation, forme un filtre toujours prêt à absorber les eaux lorsque les argiles de la surface ne s'opposent pas à leur infiltration; au delà ce sont les calcaires oolithiques, coralliques, jurassiques, etc., qui tantôt sont divisés en lames minces ou feuilletées, tantôt sont caverneux, et tantôt sont rompus ou bouleversés, de manière à donner un libre accès aux eaux de la surface; plus loin ce sont des terrains schisteux, qui alternent avec des grès, des psammites, des phyllades, des pouddingues et des brèches plus ou moins perméables; et plus loin, enfin, ce sont les terres argileuses des pays primitifs, des schistes micacés alternant avec des gneiss, des porphyres et des granits, qui laissent encore filtrer les eaux entre leurs lits de superposition ou dans les fissures et les fentes qui les coupent et les recoupent en diverses directions. D'où l'on voit : 1° que, presque généralement partout, en perçant les glaises et les argiles, dont la compacité s'oppose à l'infiltration des eaux pluviales, on trouve au-dessous des terrains perméables dans lesquels il y a certitude de les faire perdre ou disparaître plus ou moins promptement; et 2° que, parmi les moyens de dessèchement des terres cultivables sujettes aux inondations, quelle qu'en soit d'ailleurs la cause, on ne saurait trop recommander aux propriétaires et cultivateurs l'établissement de puits perdus, boitouts ou bétoirs artificiels, puisque, une fois bien établis, ils n'exigent plus aucuns frais, et qu'ils remplissent constamment le but proposé, sans qu'il y ait jamais aucune réparation, aucun entretien à y faire, comme aux autres modes de dessèchement. »

Les procédés d'exécution des puits absorbants sont simples; ils ont été décrits succinctement par Héricart de Thury. Selon une habitude que nous avons bien souvent remarquée, la description qu'il a donnée a été copiée tex-

tuellement par la plupart des auteurs qui sont venus après lui, et qui ont eu garde de citer la source à laquelle ils empruntaient.

Le premier soin à prendre consiste dans un sondage d'exploration dont les enseignements doivent être combinés avec ceux fournis par l'étude des ravins, des escarpements, des marnières et carrières ouvertes dans les environs, comme nous l'avons déjà recommandé précédemment (chap. II, p. 4). Lorsqu'on a acquis une connaissance complète du terrain sur lequel on doit s'établir, on y pratique une excavation circulaire dont l'orifice présente environ cinq mètres de diamètre; on diminue ce diamètre à mesure que l'on descend, en disposant les parois par banquettes en spirale, de manière à ce qu'elles ne puissent pas s'ébouler. On doit du reste soutenir les terres avec des pieux, des branches d'arbres, des fascines, des palplanches, selon les terrains dans lesquels on se trouve, glaises, tourbes, marnes ou sables collants, etc. On doit donner au talus ou à l'évasement du cône un angle plus ou moins obtus, jusqu'à 50 ou 60 degrés, selon que les glissements ou les éboulements sont plus ou moins à craindre. Plus l'angle du cône doit être ouvert, plus large doit être l'orifice du puits à la surface. Sa profondeur dépend de l'épaisseur de la couche d'argile imperméable que l'on doit traverser; on s'arrête quand on trouve une couche dure ou pierreuse qui présente une suffisante résistance. On place dans le cône tronqué obtenu de grosses pierres brutes en cercles; on laisse entre elles des intervalles dans lesquels on fait entrer de force d'autres pierres irrégulières, qui doivent les serrer, tout en laissant cependant des interstices pour l'arrivée des eaux. A défaut de pierres, on jette dans le fond du puisard des troncs de vieux arbres, chênes, ormes, aunes, saules ou autres, arrangés

avec des fascines. On doit, dans tous les cas, placer au centre un coffre de bois, au milieu duquel on fera manœuvrer la sonde. Ce coffre doit dépasser de quelques décimètres les pierres ou troncs d'arbres qui ont été placés en cercle.

Cet ouvrage préalable, dont la profondeur est souvent de 5 à 6 mètres, et au moins de 2 à 3 mètres, étant achevé, on procède au forage du trou qui doit mener toutes les eaux à la couche absorbante. La cuvette construite jusqu'alors sera bouchée plus tard en matériaux convenables, ou bien on devra la transformer en un regard dont les parois seront convenablement soutenues. C'est vers elle que devront se diriger les drains collecteurs. On comprend que sa profondeur doit être assez grande pour que les eaux de tous les drains y aient un écoulement assuré.

Nous avons décrit précédemment la sonde de recherche ordinaire (fig. 209, p. 6), qui sert à explorer le terrain à une petite profondeur. Cette sonde, dite de Palissy, parce que c'est l'illustre potier qui a indiqué le premier le moyen de rechercher la marne avec son secours, peut être terminée de diverses manières, ainsi que les sondes destinées à descendre à de plus grandes profondeurs. Nous allons entrer, à cet égard, dans les détails que doivent connaître les agriculteurs. Nous admettons qu'ils peuvent descendre jusqu'à une profondeur de 50 mètres; au delà de cette limite, les difficultés deviennent en général trop considérables pour qu'on n'ait pas recours à quelques-uns de ces grands sondeurs, comme MM. Degousée, Mulot, Kind, etc.

Il faut distinguer dans une sonde : 1° les outils qui attaquent le sol; 2° les engins de manœuvre; 3° les tiges qui relient les outils aux engins; 4° les outils raccrocheurs; 5° les garnitures. Les sondes diffèrent les unes des autres par les dimensions plus ou moins fortes de leurs diverses

parties, la résistance à vaincre augmentant avec la profondeur atteinte, et variant du reste avec la nature des terrains.

Pour la terre arable, on se sert de la tarrière ouverte à mèche droite que représente la fig. 209 (p. 6). Pour les couches meubles voisines de la surface, et particulièrement

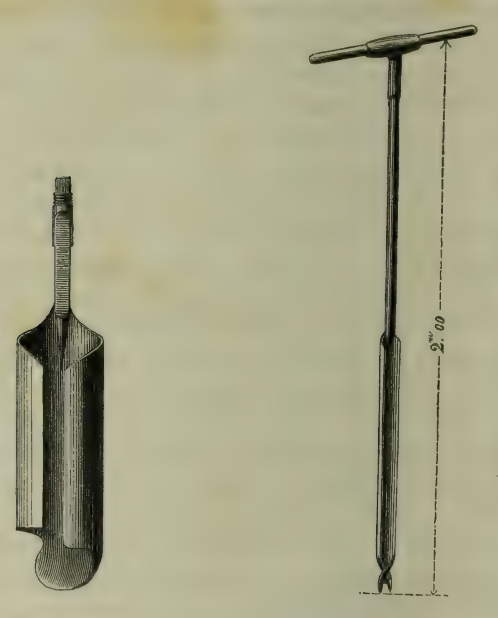


Fig. 379. — Tarière à talon et à mèche un peu couchée.

Fig. 380. — Tarière à langue américaine.

pour les sables argileux, on emploie la tarière à talon et à mèche un peu couchée (fig. 379). Dans les argiles compactes, la tarière ayant une mèche à langue américaine (fig. 380) est préférable. On doit employer la tarière ayant une mèche à langue rubannée (fig. 381) dans les marnes et

les argiles coulantes, dans les sables secs et agglutinés. Dans les marnes sableuses la tarière à langue longue et à

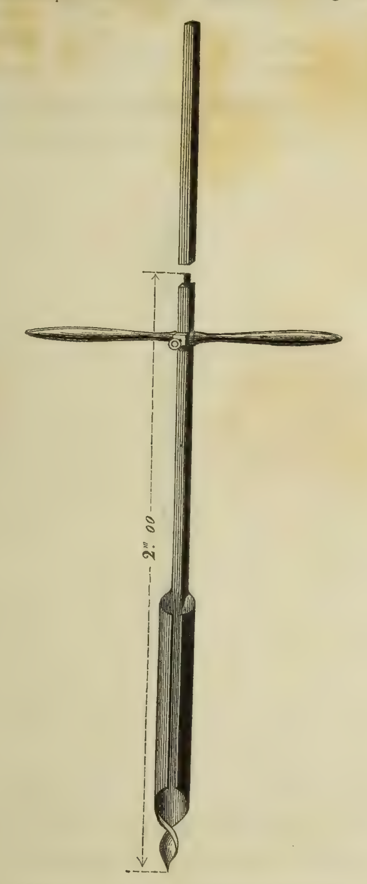


Fig. 381. — Tarière à langue rubannée.

hélices nombreuses (fig. 382) pénètre plus facilement. En ajoutant aux tarières un casse-pierre ou trépan aciéré

(fig. 383), on aura tous les outils nécessaires pour attaquer le sol dans les forages agricoles.

Dans les forages de recherche à petite profondeur, la tarière, sa tige et le manche, forment un seul tout qui constitue la sonde (fig. 209, 380 et 381). Toutefois, afin de pouvoir atteindre facilement 3 à 4 mètres, il faut avoir une tige de rallonge qui peut se visser sur la tige de la sonde



Fig. 382. — Tarière à langue longue.

elle-même (fig. 381); le manche alors doit pouvoir s'adapter à différentes hauteurs, où on le fixe par une vis de pression. Pour des forages plus profonds que ceux d'exploration de la surface, il faut des sondes plus fortes, qu'on désigne par les numéros 6, 5 et 4. Avec la sonde n° 6, on va jusqu'à une profondeur de 10 mètres; celle n° 5 permet

de pénétrer jusqu'à 20 mètres, et celle n° 4 jusqu'à 50 mètres. Il faut en outre, quand la profondeur du sondage augmente, un plus grand nombre d'outils accessoires, consistant en chèvres, têtes de sonde, clefs de retenue, clefs de relevée, allonges de tiges, manches de manœuvre, tourne-à-gauche, chèvres, soupapes à boulet ou à clapet, arrache-sonde. Nous décrirons ces divers outils au fur et



Fig. 383. — Trépan ou casse-pierre.

à mesure que leur nécessité se fera sentir dans la description des divers forages.

Forages jusqu'à 2 mètres de profondeur. Voici comment, d'après M. Laurent, ingénieur civil, associé de M. Degousée, à qui on doit tant de travaux de sondages, il faut s'y prendre pour les forages d'exploration. « On commence par appuyer légèrement avec le pied la terre

végétale, sur le point que l'on a choisi, afin de la serrer un peu et de la rendre assez compacte pour éviter que, par son peu de ténacité, elle n'éboule dans le sondage; puis, appliquant la mèche de la sonde sur le sol, on presse un peu en appuyant sur le manche, et en lui imprimant un mouvement de rotation semblable à celui qu'on imprimerait à une vrille ou à une tarière de charpentier. Lorsque la sonde a pénétré à $0^{m}.40$ environ, on la soulève en continuant le mouvement de rotation, et on la retire du trou; on examine alors la nature du terrain, souvent collé à la petite mèche ou spire (fig. 380 et 381), mais toujours renfermé dans le corps de la tarière; on choisit à la partie la plus inférieure de l'instrument l'échantillon qui semble le plus convenable, et on le case avec une étiquette indiquant sa profondeur. Si le sol traversé est un peu trop sec et adhère mal aux parois de l'instrument, il suffit de jeter un peu d'eau dans le forage; on remet la sonde, et on renouvelle l'opération que l'on vient d'exécuter, en ayant toujours soin de ne pas s'engager de plus de 25 à 30 centimètres sans, par un léger effort ascensionnel, se convaincre que l'outil est toujours libre, et que l'on est maître de le retirer sans trop de difficulté. Cette seconde opération mène le sondage à $0^{m}.80$, et l'inspection du terrain dans la tarière permet de continuer la série d'échantillons. » On explore à chaque fois une nouvelle profondeur de $0^{m}.40$. En cinq fois on arrive à 2 mètres, et on met environ 15 minutes pour cette exploration dans un terrain moyennement compacte.

Ces indications ne sont guère que la reproduction de celles données, il y a trois siècles, par Bernard Palissy. Voici comment s'exprime l'illustre potier.

« *Practique*... Ie voudrois auoir une tariere bien longue, laquelle tariere auroit au bout de derriere vne douille

creuse, en laquelle ie planterois vn baston, auquel y auroit par l'autre bout vn manche au trauers en forme de tariere, et, ce fait, i'irois par tous les fossez de mon heritage, ausquels ie planterois ma tariere iusques à la longueur de tout le manche; et, l'ayant tirée dehors du trou, ie regarderois dans la concauité de quelle sorte de terre elle auroit apporté; et, l'ayant nettoyée, i'otterois le premier manche et en mettrois vn beaucoup plus long, et remetterois la tariere dedans le trou que i'aurois fait premierement, et percerois la terre plus profond, par le moyen du second manche; et par tel moyen, ayant plusieurs manches de diuerses longueurs, l'on pourroit sçauoir qu'elles sont les terres profondes; et non seulement voudroy-ie fouiller dedans les fossez de mes heritages, mais aussi par toutes les parties de mes champs, iusques à ce que i'eusse apporté au bout de ma tariere quelque tesmoignage de ladite marne; et, en ayant trouué quelque apparence, lors ie voudrois faire en iceluy endroit vne fosse telle comme qui voudroit faire vn puits.

« *Theorique.* Voire mais s'il auoit du rocq au desoubs de tes terres, comme l'on voit en plusieurs contrées, que toutes les terres sont foncées de rocher?

« *Practique.* A la verité celaseroit fascheux; toutesfois en plusieurs lieux les pierres sont fort tendres, et singulierement quand elles sont encores en la terre; parquoy me semble que vne tariere torciere les perceroit aisément; et apres la torciere on pourroit mettre l'autre tariere, et par tel moyen on pourroit trouuer des terres de marne, voire des eaux pour faire puits, laquelle bien souuent pourroit monter plus haut que le lieu où la pointe de ta tariere les aura trouées : et cela se pourra faire moyennant qu'elles viennent de plus haut que le fond du trou que tu auras fait.

« *Theorique*. Ie trouve fort estrange de ce que tu dis que, si le rocq m'empesche de percer la terre, qu'il faut aussi percer le rocq. Et si c'est du rocq, que ay-ie que faire de le percer, veu que ie cherche de la marne ?

« *Practique*. Tu as mal entendu, car nous sçauons qu'en plusieurs lieux les terres sont faites par diuers bans, et en les fossoyant on trouue quelquesfois vn ban de terre, vn autre de sable, vn autre de pierre, et vn autre de terre argileuse : et communement les terres sont ainsi faites par bans distinguez. Ie ne te donneray qu'vn exemple pour te seruir de tout ce que ie t'en sçaurois iamais dire. Regarde



Fig. 384. — Tête de sonde à anneau et à œil (vue de face).

Fig. 385. — Tête de sonde à anneau et à œil (vue de profil).

les minieres des terres argileuses qui sont pres de Paris, entre la bourgade d'Auteuil et de Chaliot, et tu verras que, pour trouuer la terre d'argile, il faut premierement oster vne grande espesseur de terre, vne autre espesseur de grauier; et puis apres on trouue une autre espesseur de rocq, et au dessouz dudit rocq l'on trouue une grande espesseur de terre d'argile, de laquelle l'on fait toute la tuille de Paris et lieux circonuoisins. »

Les modernes n'ont fait que rendre plus puissants les moyens d'amélioration proposés par Bernard Palissy, qui

avait complétement découvert le système de sondage dont nous conseillons un emploi plus fréquent en agriculture, et en avait fait l'application à la recherche de la marne et des eaux jaillissantes.

Forages jusqu'à 4 mètres de profondeur. Nous emprunterons à M. Laurent les conseils développés qu'il donne pour l'exécution de ces forages. La sonde employée est de la force du n° 6. Si on suppose qu'un propriétaire veuille faire des recherches à 4 mètres de profondeur seulement, il n'aura qu'à se procurer, outre une tarière et un trépan, une tête de sonde à œil (fig. 384 et 385), une griffe ou





Fig. 386. — Griffe ou clef de retenue.

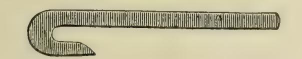


Fig. 387. — Tourne-à-gauche.

clef de retenue (fig. 386), un tourne-à-gauche (fig. 387), une allonge de 1 mètre et une tige de sonde de 2 mètres (fig. 388). Les deux dernières pièces ne diffèrent l'une de l'autre que par la longueur; elles portent en bas un emmanchement femelle, et en haut un emmanchement mâle, c'est-à-dire que le pas de vis placé à chaque extrémité est extérieur en haut et intérieur en bas. La tête de sonde, que représentent les figures 384 et 385, porte un anneau tournant, qui n'est utile que pour les forages à de plus grandes profondeurs, dont il sera question plus loin. L'ensemble des instruments pour pénétrer jusqu'à 4 mè-

tres ne pèse que de 35 à 40 kilogrammes; la sonde peut donc être portée par un seul ouvrier. Cet ouvrier commence par visser la tête à œil sur la tarière, et il passe dans l'œil un bâton ou manche; il constitue ainsi une sorte de sonde de Palissy, et il fait les manœuvres que nous avons décrites pour le forage jusqu'à 2 mètres. Lorsque, par suite de ces manœuvres, le manche est arrivé assez près de terre pour qu'il ne soit plus possible de le tourner facilement, on dévisse la tête de sonde, et on



Fig. 388. — Tige ou rallonge de sonde.

visse sur l'outil la petite rallonge de 1 mètre, qu'on couronne, comme pour la tarière elle-même, par la tête de sonde. L'outil étant ainsi reconstitué avec une longueur de 1 mètre de plus, on continue le travail. Pour visser et dévisser la sonde, le sondeur appuie l'épaulement inférieur du tenon de l'emmanchement mâle sur la griffe (fig. 386), qu'il empêchera de tourner au moyen d'un petit taquet fixé dans le sol; prenant ensuite la partie supérieure de la

sonde au moyen du tourne-à-gauche (fig. 387), il dévisse l'emmanchement femelle.

Il est toujours bon de vérifier, après être descendu d'une vingtaine de centimètres, si la sonde ne s'engage pas trop, et, pour cela, de la soulever légèrement du fond, en lui imprimant toujours un petit mouvement de rotation. Cette précaution est surtout nécessaire parce que nous supposons qu'on se dispense d'une petite chèvre, et que tous les efforts de traction pour enlever la sonde se font avec les bras.

Lorsque, dans la suite du travail, qui a atteint une profondeur d'environ 2 mètres, le manche arrive de nouveau près du sol, on substitue à la rallonge la tige de 2 mètres, ce qui augmente la longueur de la sonde de 1 mètre, et on pourra descendre jusqu'à 3 mètres. Plus tard on mettra en outre la rallonge de 1 mètre sur la tige, et on pourra descendre jusqu'à 4 mètres.

Si l'on rencontre une roche ou un terrain qui soit d'une consistance assez dure pour que la tarière que l'on fait agir par rotation ne pénètre pas dans le sol, on lui substituera le trépan ou casse-pierre. Le mouvement à imprimer à la sonde est alors celui de percussion. On soulève la sonde de $0^{m}.25$ à $0^{m}.30$, et on la laisse retomber en l'abandonnant à son propre poids et en tournant un peu l'outil à chaque chute, de manière à faire un trou rond avec un outil plat. Il faut généralement pour cela diviser la circonférence au moins en seize parties si le terrain est très-dur, afin que, chaque fois que la sonde aura exécuté une révolution entière, on ait frappé seize coups dans seize positions différentes. De même que pour la manœuvre de la sonde de Palissy, il ne faut jamais pénétrer à plus de $0^{m}.30$ ou $0^{m}.40$ sans relever la sonde. Lorsqu'on est descendu avec le trépan de $0^{m}.30$ ou $0^{m}.40$, on le relève et on lui

substitue de nouveau la tarière, afin d'enlever les détritus faits par la roche brisée.

En opérant comme nous venons de le dire, un sondeur, quand il ne rencontre pas de roche ou de terrain très-dur, peut faire quatre ou cinq trous par jour; mais dans les terrains rocheux la durée du forage peut être beaucoup augmentée.



Fig. 389. — Petite chèvre pour les sondages jusqu'à 10 mètres de profondeur.

Forages jusqu'à 10 mètres de profondeur. Pour les forages qui dépassent une profondeur de 4 à 5 mètres, mais qui n'atteignent pas plus de 10 mètres, on se sert encore de la sonde n° 6; on ajoute aux instruments que nous venons de décrire une petite chèvre et quelques outils accessoires. La petite chèvre (fig. 389) se forme simplement en réunis-

sant ensemble trois pièces de bois à l'aide d'un cordage auquel on suspend en même temps une petite poulie à chape (fig. 390). Les pièces de bois n'ont besoin que d'avoir $0^m.10$ d'équarrissage et une longueur de 3 mètres à $3^m.50$. Une corde est passée sur la poulie, et soutient la sonde à l'aide d'un S (fig. 391) qui entre à la fois dans l'anneau mobile de la tête (fig. 384 et 385) et dans l'anneau terminal de la corde. Un ouvrier tire constamment sur la corde, de manière à n'abandonner le poids de la sonde qu'à mesure de l'enfoncement provoqué par le mouvement de rotation qu'opère un autre ouvrier, si les terrains

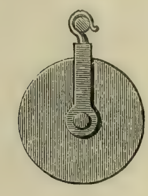


Fig. 390. — Poulie à chape pour suspendre les cordes d'attache des sondes.

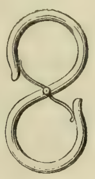


Fig. 391. — S pour suspendre l'anneau de la tête des sondes.

sont de nature à permettre l'emploi de ce moyen. Pour manœuvrer plus rapidement la sonde, on se sert, à la place du manche en bois passé dans l'œil de la tête, d'un manche à vis (fig. 392) qui a l'avantage de pouvoir se fixer à une hauteur quelconque.

Lorsque les terrains sont durs et nécessitent l'emploi du trépan, l'ouvrier qui tient la corde tire de manière à élever la sonde de $0^m.30$ à $0^m.40$, et ensuite il la laisse retomber sans lâcher. L'ouvrier qui est au manche fixé sur la sonde lui imprime la direction nécessaire pour obtenir un forage rond et régulier. Il faut faire grande atten-

tion, pendant le battage, à ce que le mouvement de trépidation qui en résulte pour la sonde ne provoque pas le dévissage. L'ouvrier doit avoir soin, pour éviter cet accident, qui entraînerait la chute et peut être la casse de la sonde, d'appuyer un peu sur son manche dans le sens du vissage, chaque fois que la sonde repose sur le fond du trou.



Fig. 392. — Manche à vis pour la rotation de la sonde.

A mesure que la profondeur augmente, on augmente par des rallonges la longueur de la sonde, comme nous l'avons dit précédemment. Pour que cette opération s'effectue facilement, maintenant que la sonde est trop lourde pour être simplement soulevée à bras, on



Fig. 393. — Clef de relevée ou pied-de-bœuf.

se sert de quelques outils accessoires. Comme le montre le dessin donné plus haut (fig. 388, p. 270), chaque tige de sonde présente à l'emmanchement mâle deux épaulements l'un au-dessus de l'autre : l'épaulement inférieur sert à reposer la sonde sur la griffe ou clef de retenue (fig. 386)

p. 269) pendant que l'on visse ou dévisse la tige supérieure, suivant que l'on monte ou que l'on descend les tiges ; l'épaulement supérieur sert d'arrêt pour prendre la tige avec le pied-de-bœuf ou clef de relevée (fig. 393), afin de l'enlever ou de la laisser descendre dans le trou foré. Cette opération a lieu successivement pour chaque tige. La clef de relevée s'attache à la corde par son anneau et l'S, et elle se ferme au moyen d'un crochet qu'il faut toujours avoir soin de placer, afin d'éviter les chutes. On rend aussi plus facile le dévissage en employant un tourne-à-gauche à double manche (fig. 394).

Il arrive souvent, lorsqu'on est arrivé à une profondeur de 6 à 7 mètres, que le forage donne de l'eau en assez

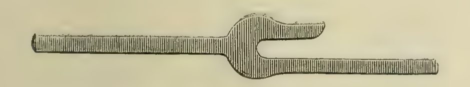


Fig. 394. — Tourne-à-gauche à double manche.

grande quantité pour rendre le nettoyage du trou difficile, par le lavage que cette eau opère sur les matières contenues dans la tarière, qui, comme le montrent les figures 379, 380, 381, est ouverte longitudinalement. Alors, pour l'extraction, on a recours à une soupape (fig. 395), qui consiste en un cylindre fermé à sa partie inférieure par un clapet qui s'ouvre de bas en haut. Lorsque l'on descend cet instrument dans le trou de sonde, le clapet se soulève au moment où il rencontre la boue ou les débris qui obstruent le trou, et il laisse passer au-dessus de lui toutes ces matières. Lorsque l'on remonte la sonde, les détritus pesant par leur poids sur le clapet le ferment et restent dans le cylindre. On facilite le remplissage de ce cylindre

en exécutant quelques mouvements de percussion comme lorsqu'on opère avec le trépan, surtout si l'on reconnaît que le terrain s'est tassé, ce qui arrive souvent lorsqu'il est marneux.

Lorsque les boues ont une tendance à être compactes, on garnit d'une mèche la partie inférieure de la soupape (fig. 396), au-dessous du clapet, et on agit alors par rotation, absolument comme avec une tarière ordinaire.



Fig 395. — Soupape à clapet.

Lorsqu'on a affaire à des sables, on les enlève au moyen d'une soupape à boulet et à mèche à langue américaine (fig. 397), que l'on manœuvre par percussion et rotation à la fois. Le tuyau de cette soupape porte à sa partie inférieure une frette évidée coniquement à ses deux bases. Un boulet plein, lorsque le diamètre inférieur est petit,

creux ou en bois, si ce diamètre est grand, tombe sur le cercle d'en bas et le ferme. Lorsque le sable fait remonter le boulet, il est arrêté par une muselière. A la base de la frette s'adapte une langue américaine courte. On manœuvre cet instrument par percussion, et en même temps par rotation rapide en descendant, et par rotation lente en montant.

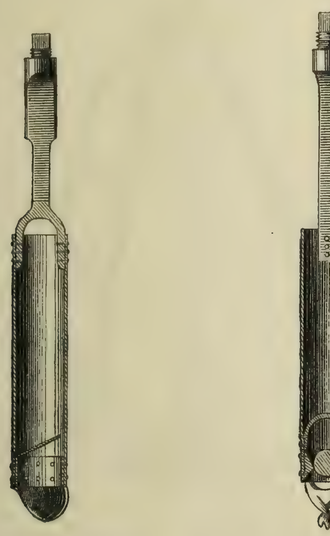


Fig. 396. — Soupape à clapet et à mèche un peu couchée.

Fig. 397. — Soupape à boulet et à mèche américaine.

Il est rare que des accidents surviennent dans les sondages qui ne vont pas à une profondeur plus grande que 10 mètres; nous décrirons donc plus loin les arrache-sondes employés en cas de rupture.

Forages jusqu'à 20 mètres de profondeur. Pour les forages qui vont à une profondeur de 10 à 20 mètres, il faut

employer la sonde n° 5, qui ne diffère de la précédente que par de plus fortes dimensions. L'appareil étant plus lourd, on le manœuvre par une petite chèvre à poulie et à moulinet ou à tambour à manivelles (fig. 398). Dans les forages précédents, les ouvriers agissaient directement à



Fig. 398. — Chèvre à tambour et à moulinet pendant la manœuvre du battage.

l'extrémité de la corde, pour monter et descendre la sonde, et pour lui communiquer son mouvement de percussion ; ils ne pourraient plus manœuvrer de cette manière avec une sonde plus lourde. Mais si on fait attention que dans un tour ou moulinet la puissance est à la résistance dans

le rapport du rayon du tambour ($0^m.10$) au rayon des manivelles ($0^m.40$), on verra que l'effort dépensé sera quatre fois moindre que si l'on agissait directement sur la corde. On marchera, il est vrai, quatre fois moins vite, mais on fera la même besogne sans courir autant de risques, et sans imposer aux ouvriers un ouvrage au-dessus de leurs forces. Il faudra au plus trois hommes pour atteindre une profondeur de 20 mètres.

La manœuvre pour descendre ou pour monter la sonde se comprend sans peine : c'est la manœuvre vulgaire employée pour descendre dans tous les puits. Nous ne nous y arrêterons donc pas; mais nous avons représenté dans la figure 398 celle par laquelle on opère la percussion. On retire la corde de la position qu'elle occupait pour le montage ou la descente des tiges. Une de ses extrémités est attachée à la tête de la sonde; la corde passe ensuite sur la poulie, et fait seulement deux ou trois tours sur le tambour du moulinet; son autre extrémité se trouve libre, et est disposée de façon à ce qu'un homme puisse exercer dessus un effort de traction. Cette traction fait suffisamment frein pour qu'un autre homme, tournant les manivelles dans le sens convenable à l'élévation de la sonde, y réussisse sans que la corde se déroule. Mais si, au moment où la sonde est suffisamment élevée, l'homme qui opérait la traction la cesse immédiatement, et si, au contraire, en rendant la corde, il facilite son glissement sur le tambour, il est évident qu'il en résultera une chute de sonde. Une fois cette chute opérée, l'ouvrier recommencera son effort de traction; l'homme placé à la manivelle relèvera la sonde, et celui qui est au manche changera la direction de la chute du trépan. C'est ce dernier qui est le chef ouvrier; il crie : *Lâchez*, afin que l'ouvrier tireur cesse son effort et que l'autre cesse de tourner la manivelle. Ce

procédé de forage peut quelquefois servir pour des profondeurs beaucoup plus grandes que 20 mètres; mais, en général, pour aller jusqu'à 50 ou 60 mètres, il faut suivre la méthode que nous allons indiquer. Le tubage est souvent nécessaire avant qu'on atteigne la profondeur de 20 mètres; on l'opère comme nous le dirons tout à l'heure.

Forages jusqu'à 50 mètres de profondeur. Ces forages s'exécutent avec la sonde n° 4. « Cette sonde, dit M. Laurent, ne diffère des précédentes que par ses dimensions, qui sont plus fortes, la profondeur qu'elle doit atteindre étant plus grande, et la nature des terrains qu'elle peut être appelée à traverser pouvant présenter des difficultés qui nécessitent une ou même plusieurs séries de tubages. Or, les outils, en raison de leur diamètre, surtout lorsque ce sont des instruments qui travaillent par le mouvement de rotation qu'on leur imprime, nécessitent des efforts de torsion beaucoup plus considérables, et partant exigent une force suffisante. Les outils percuteurs peuvent, dans des mains habiles, être manœuvrés avec des tiges faibles; mais cependant, lorsqu'ils atteignent une assez grande profondeur, il est toujours bon d'avoir un excès de force pour pouvoir surmonter quelques petites difficultés amenées par le pinçage des outils dans le sol ou par la chute des débris du terrain, qui, venant faire coin avec l'instrument qui manœuvre au fond du trou de sonde, le rendent prisonnier.

« Ce que nous appelons pinçage des outils est ordinairement amené par un changement dans leur diamètre. On comprend facilement que, si un trépan, par exemple, travaille dans un terrain comme le grès, il s'use et perd quelques millimètres sur sa largeur; le trou, au lieu d'être cylindrique, devient donc légèrement conique, et si, sans précaution, après avoir réparé cet outil et l'avoir re-

mis au diamètre primitif, on le redescend dans le forage, il est certain qu'en raison de son poids et des tiges qui le surmontent il devra se serrer dans la partie conique, et qu'on éprouvera une certaine résistance pour le soulever. Dans cette circonstance, on sera très-heureux d'avoir assez de force dans la sonde pour combiner les efforts de traction avec ceux de torsion. Un sondeur expérimenté se méfie toujours de cet effet et a le soin de ne descendre un nouvel outil qu'en lui imprimant un mouvement de rotation dès qu'il arrive à la partie qui vient d'être forée par l'outil précédent, de manière à équarrir le dernier travail fait, jusqu'à ce que ce nouvel outil tourne librement au fond.

« Quelquefois ce sont les terrains eux-mêmes qui, par leur nature peu compacte, tels que des sables argileux, des argiles dures ou des marnes argileuses, après leur contact par l'eau du forage, se gonflent et rétrécissent l'ouverture du trou de sonde.

« Lorsqu'un instrument est devenu prisonnier par un obstacle qui est tombé dessus et l'a en quelque sorte calé, le premier moyen à employer est de tâcher de soulever la sonde et de la faire passer sous l'outil afin de le broyer. Si cela ne se peut, on opère quelques efforts de traction qui le brisent entre la sonde et les parois du trou s'ils sont durs, ou, s'ils sont mous, lui permettent de s'y loger.

« Pour ces différentes causes, on comprendra facilement qu'avec des outils plus lourds il faudra aussi une chèvre plus forte pour les manœuvrer et un homme de plus. »

La chèvre que l'on emploie (fig. 399) a une hauteur de 5 mètres ; ses montants doivent être assez forts ; si on les fait en bois de sapin, ils présentent une section de 0m.15 de côté. L'augmentation de hauteur a principalement pour

but de permettre de donner aux tiges de sonde une longueur plus grande, de 3m.40 à 4 mètres, afin de diminuer le nombre des emmanchements toujours coûteux, et de ga-

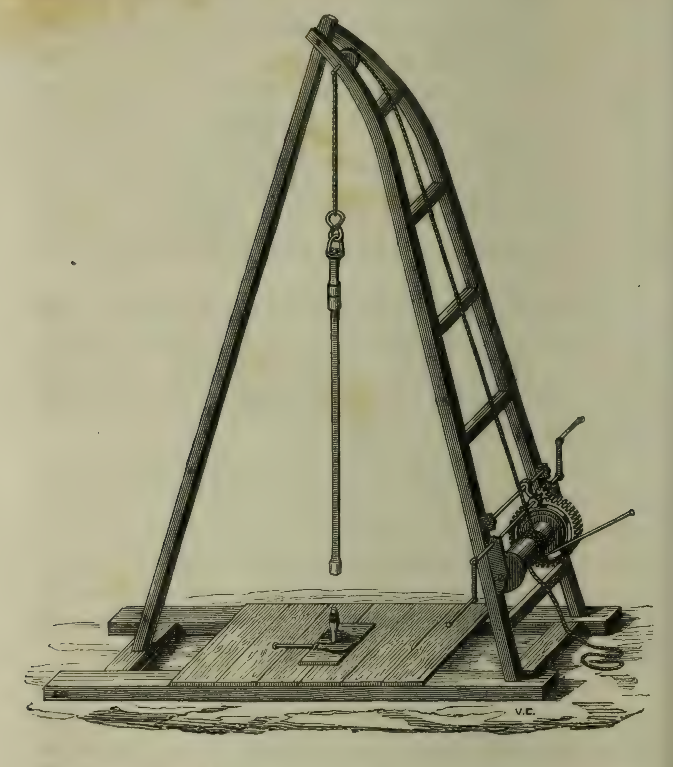


Fig. 392. — Chèvre à tambour avec roue d'engrenage et poulie de frein.

gner du temps en diminuant le nombre des vissages et des dévissages. Le tour que l'on y adapte présente une roue d'engrenage et une partie de frein. Les manivelles sont

appliquées à un axe sur lequel se trouve un pignon engrenant avec la roue ; les rayons de ce pignon et de la roue sont dans le rapport de 1 à 6. Sur le même axe se trouve en outre un rochet qui reçoit un cliquet, afin qu'on puisse suspendre la sonde facilement au-dessus du fond du trou foré. Enfin l'axe doit couler facilement dans ses coussinets, de manière à ce qu'on puisse dégrener le pignon et le maintenir dans sa nouvelle position d'une manière invariable par une main qui tombe entre les deux portées du glissement. Nous emprunterons encore à M. Laurent la description des soins minutieux auxquels le sondeur doit se conformer.

« La chèvre étant montée, la corde fixée au tambour et son extrémité garnie d'un S, on regardera le point où l'aplomb tombe directement, et on creusera une petite excavation de 1 mètre carré. Dans cette excavation on placera à la main, en le faisant pénétrer le plus possible dans le sol solide, un tube appelé guide, de 1 mètre environ, que l'on maintiendra le plus vertical possible en le prenant par sa partie supérieure entre deux madriers évidés chacun demi-circulairement. On vérifiera si la corde qui porte l'S qui doit servir de point de suspension tombe bien dans l'axe de ce guide. Cela fait, on garnira les côtés des madriers par des planches, de façon à constituer un plancher assez régulier sur lequel l'ouvrier sondeur puisse marcher facilement. Les madriers doivent avoir 8 à 10 centimètres d'épaisseur, et être soutenus en dessous par des pièces de bois, afin de pouvoir supporter facilement tout le poids des sondes. On fait ensuite, au moyen de deux morceaux de bois, un collier qui recouvre le tube ; ces morceaux de bois sont fixés ensemble par deux crochets, de manière à pouvoir se séparer au besoin. Au centre du collier, une entaille mi-partie dans l'un et mi-partie dans

l'autre des morceaux permet aux tenons des tiges de passer librement. Pour qu'il soit fixé sur les plats-bords, on le maintient par un petit encadrement cloué sur ceux-ci de manière à ce qu'on puisse l'enlever verticalement, et que, sorti de cet encadrement, il puisse se séparer et laisser passage aux outils. Il portera, en outre, une broche en fer fixée dans l'une des parties, pour servir d'arrêt à la griffe et la maintenir fixe pendant le vissage et le dévissage des tiges. Si le terrain dans lequel se trouve fixé le guide est de nature à être entamé par la tarière, on prendra celle-ci par l'épaulement le plus rapproché du filet de la vis ou tenon au moyen de la clef de relevée ou pied-de-bœuf; on l'élèvera ainsi de manière à la suspendre à environ $0^{m}.30$ du sol. Ouvrant en ce moment le collier qui se trouve sur les plats-bords, on l'introduira, en lâchant au treuil, dans le tuyau guide. Aussitôt que la partie travaillante de cet outil sera entrée dans le tuyau, on remettra les colliers en place, et on laissera descendre la partie qui forme la tige de l'outil jusqu'au moment où l'épaulement le plus éloigné du filet sera à une hauteur convenable pour que, glissant dessous la griffe ou clef de retenue, il puisse se reposer dessus. Lorsque l'outil est ainsi retenu sur la griffe, on ouvre le crochet de la clef de relevée, et on lui fait abandonner ce premier instrument pour en reprendre un autre, qui sera alors une tige. On aura soin de ménager dans l'intérieur de la chèvre une traverse sur laquelle on puisse appuyer l'extrémité supérieure des tiges pendant que leur partie inférieure reposera sur le plancher en un point assez éloigné du trou de sonde pour qu'elle ne puisse gêner les manœuvres; une échelle et une planche solidement fixées en travers de la chèvre permettront à un homme d'y monter et de se porter à une hauteur convenable pour prendre les tiges successivement.

Cet homme s'appelle un accrocheur ou décrocheur, suivant que ses fonctions ont lieu à la descente ou à la remonte des tiges. L'homme qui se tient près le trou de sonde est le chef sondeur proprement dit ; c'est lui qui visse et qui dévisse les sondes et manœuvre les instruments pendant le battage ; quelquefois il abandonne cette place pour se mettre au frein, poste tout aussi essentiel, pendant la descente des tiges dans le sondage. L'homme qui est au frein s'appelle chef de frein. Les hommes qui tournent simplement les manivelles sont des ouvriers manœuvres.

« Nous avons laissé notre tarière reposant sur sa griffe, la clef de relevée l'ayant quittée, et prête à être enlevée par l'homme qui se trouve à la manivelle du treuil, jusqu'au moment où, étant parvenue à hauteur, elle est saisie d'une main par l'accrocheur, tandis que de l'autre il fait entrer dans l'ouverture destinée à la recevoir une tige de sonde. Il crie alors à l'homme qui est à la manivelle : *Enlevez!* Celui-ci, au moyen de un ou deux tours de manivelle, élève la tige de manière à ce que sa partie inférieure ou femelle du tenon soit arrivée à quelques centimètres plus haut que le tenon mâle de l'outil. Le chef sondeur, ayant son tourne-à-gauche en main, prend sa sonde au-dessus de la femelle et la dirige de façon à coiffer le mâle et opérer le vissage. Cette opération terminée, le sondeur crie à son tour : *Enlevez!* L'homme qui se trouve à la manivelle fait un quart ou un demi-tour, de manière à soulever le tout de quelques centimètres seulement et à permettre au sondeur de retirer la griffe. Le chef de frein appuie alors, au moyen d'un levier, son frein sur la poulie qui se trouve sur le tambour, ainsi que nous l'avons déjà dit ; il exerce une pression suffisante pour que l'homme qui est à la manivelle puisse faire glisser l'axe du pignon

de manière à dégrener celui-ci d'avec la roue. Le chef de rein, cessant doucement la pression sur son levier, laisse la sonde descendre en vertu de sa pesanteur, qui sollicite le tambour à se dévider. Lorsqu'il voit l'emmanchement supérieur de la sonde arriver à 50 ou 60 centimètres au-dessus du collier, il exerce une pression sur son frein de açon à laisser la sonde descendre assez lentement pour que le chef sondeur puisse amener la griffe sous l'épaulement, comme il l'avait fait pour l'outil; il défait de nouveau la clef de relevée d'après la tige. L'homme qui est à la manivelle réengrène son pignon et enlève de nouveau cette clef, jusqu'à ce que l'accrocheur la saisisse comme précédemment, et ainsi de suite tant qu'il reste des sondes à ajouter les unes aux autres pour atteindre la profondeur à laquelle le trou de sonde est parvenu. L'outil reposant au fond du sondage, le chef sondeur place son manche, si c'est un outil pénétrant par la rotation, un peu au-dessus du point convenable pour travailler facilement, parce que peu de temps suffira pour que ce point soit atteint et même dépassé. La sonde, pendant qu'on lui imprime le mouvement de rotation, doit toujours être tendue et n'être abandonnée à son poids que dans une certaine mesure. Si l'effort exercé par deux hommes, ou trois au maximum, ne suffit pas pour faire tourner l'instrument, on remonte la sonde d'une quantité voulue pour qu'ils tournent sans trop de difficultés. Ce résultat obtenu, on pose le cliquet sur le rochet, de manière à suspendre la sonde en ce point. Lorsque l'outil fonctionne librement, et que l'on sent qu'il n'attaque plus le terrain, on soulève le cliquet du rochet, et on laisse passer une, deux ou trois dents de ce dernier, ou enfin d'une quantité que l'on apprécie être suffisante par l'effort que les hommes font pour tourner.

« Quand l'instrument a pénétré de 40 à 50 centimètres, on tourne sans descendre de nouveau pendant une vingtaine de tours, de manière à être parfaitement sûr que l'outil pivote sans être engagé dans les terrains; puis on enlève au treuil jusqu'à ce qu'un emmanchement soit suffisamment élevé au-dessus du collier pour que l'on puisse glisser la griffe et tenir suspendue la partie inferieure de la sonde, pendant que le chef sondeur, armé de son tourne-à-gauche, opère le dévissage de la partie supérieure. Il arrive quelquefois que les efforts de torsion opérés sur la sonde aient serré les emmanchements assez fort; un homme prend alors un grand tourne-à-gauche, saisit la sonde, et, après quelques efforts opérés par secousses, il est très-rare qu'il ne parvienne à les dévisser un peu ; le chef sondeur, une fois l'emmanchement légèrement desserré, continue l'entier dévissage avec le petit tourne-à-gauche. Aussitôt que le filet est dégagé, l'ouvrier qui se trouve au treuil agit de manière à décoiffer le mâle en enlevant la sonde supérieure, qui est amenée au point où on veut la placer, pendant que le décrocheur ouvre le crochet du pied-de-bœuf ou clef de relevée, dégage la sonde et l'appuie sur la traverse.

« La clef de relevée est redescendue pour reprendre une autre sonde, qui, arrivée au jour, entraînant celle qui lui est inférieure, est dégagée de celle-ci comme il vient d'être dit pour la précédente. On continue de la même manière jusqu'à ce que ce soit l'outil qui ait son emmanchement reposé sur la griffe; on le prend avec le pied-de-bœuf comme on l'eût fait pour une tige; on retire la griffe et on ouvre le collier pour le laisser sortir. On examine alors la nature des terrains, s'il en rapporte; dans le cas où ils seraient de nature à ne pas coller aux parois, on descend une soupape afin d'opérer le nettoyage. On ne

doit jamais redescendre dans un forage un outil destiné à approfondir sans être parfaitement sûr que le trou est propre jusque sur le nouveau terrain à attaquer. »

Pour les roches et les terrains très-durs, on opère par percussion avec le trépan. On peut employer le système de battage que nous avons précédemment décrit, en enroulant la corde une ou deux fois autour du tambour et en l'y serrant ou en l'y laissant glisser, selon que l'on veut soulever la sonde ou la laisser retomber. Le frein peut remplacer l'action de l'homme dans cette manœuvre. Supposons l'outil percuteur descendu dans le trou foré et arrivé au fond. On remplacera la clef de relevée par la tête de sonde, parce que le premier de ces instruments, pendant le battage, en glissant le long de la tige à chaque chute de l'outil, et en remontant chaque fois qu'on soulèverait de nouveau la sonde, pourrait se décrocher, et d'ailleurs abîmerait les tiges en frappant contre les épaulements. Le chef sondeur fixe son manche à une hauteur convenable et le tient dans la direction qu'il veut imprimer à la sonde. L'ouvrier qui est au treuil soulève la sonde jusqu'à ce que le chef sondeur lui dise : *Halte !* A ce mot, l'ouvrier qui est au frein appuie de manière à tenir la sonde suspendue, pendant que l'ouvrier qui est aux manivelles enlève la main d'embrayage et fait glisser le pignon de manière à le dégrener. Cela fait, le chef de frein cesse la pression et laisse retomber la sonde, et aussitôt appuie de nouveau sur le frein, afin que, dans le mouvement de dévidage qu'entraîne la sonde, il ne se déroule pas une trop grande quantité de corde. L'ouvrier qui est à la manivelle réengrène et élève la sonde pour une nouvelle chute, et ainsi de suite.

Le battage est une des causes principales de rupture des sondes. Dans de grands sondages, on fait usage d'une

série nombreuse d'outils arrache-sondes, variant à l'infini de formes et de dispositions. Il ne nous paraît utile de parler ici que des deux instruments le plus fréquemment employés, la cloche à vis (fig. 400) et la caracole (fig. 401).

La cloche à vis s'adapte à la partie de la sonde retirée d'un trou assez cylindrique, dans lequel on suppose que la partie rompue soit restée dans une position à peu près verticale. Cette cloche est taraudée suivant un cône tron-



Fig. 400. — Cloche à vis.



Fig. 401. — Caracole.

qué dont la base est plus grande que le tenon des tiges et le sommet plus petit que le corps de ces tiges. Elle est en acier trempé assez dur pour que le filet intérieur puisse mordre, par un mouvement de rotation, sur la tige rompue que l'on parvient à coiffer avec cet instrument. Il suffit de former deux ou trois tours de filet pour pouvoir remonter la partie brisée. Si le diamètre du trou foré est

beaucoup plus grand que celui de la cloche, il est nécessaire de garnir celle-ci d'un entonnoir en tôle suffisamment large pour que, l'outil étant descendu, il ne puisse passer à côté de la tige sans la coiffer, et sans la forcer à pénétrer dans la cloche.

La caracole est destinée à saisir la sonde sous un épaulement. Par le mouvement de rotation qu'on imprime à cet instrument (fig. 401), il tend à prendre l'épaulement pendant sa descente et à l'asseoir dans son crochet lorsqu'on remontera l'appareil. Il est évident que cet instrument ne retire une sonde qu'au moyen de l'épaulement des emmanchements, et que, par conséquent, il ne peut servir lorsque la tige cassée présente une trop grande longueur au-dessus d'un emmanchement. Mais en lui substituant dans ce cas la cloche à vis, après avoir ramené la tige brisée dans l'axe du sondage, on parvient toujours à réparer tous les accidents.

Dans les sondages, il arrive que les terrains compactes se tenant bien, tels que des calcaires, des marnes dures, des roches solides, etc., alternent avec des terrains éboulants ou se resserrant, tels que des sables, des argiles ou des roches désagrégées. Pour obvier aux inconvénients qui en résultent, on a recours à des tubages qui soutiennent les parties peu solides et aident à les traverser. Les tubes qu'on emploie sont des tuyaux en tôle (fig. 402). On leur donne, suivant que leur diamètre est plus ou moins grand, une épaisseur de $0^{m}.0015$ à $0^{m}.003$. On les réunit au moyen de boulons (fig. 403) ou de rivets (fig. 404), de manière à ce que les tôles reposent exactement l'une sur l'autre. On les maintient par une frette de jonction fixée à l'avance par moitié sur l'un des bouts; cette frette laisse place au bout libre d'un autre tuyau qu'on y adapte exactement. Nous ne pouvons mieux faire que d'emprunter

encore ici textuellement les conseils donnés par M. Laurent.

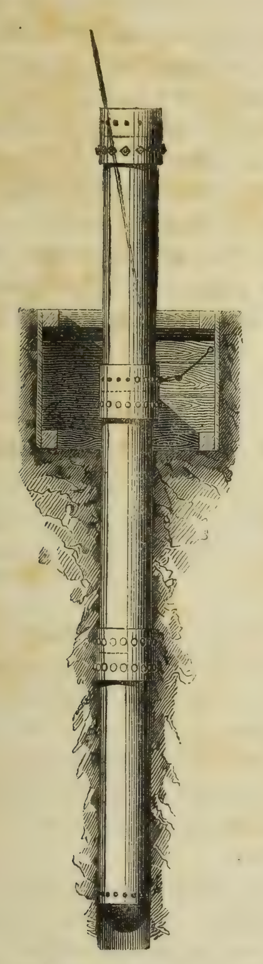


Fig. 402. — Tube de garniture pour les trous forés

« On comprend, dit cet ingénieur, quelle importance on doit attacher à une bonne confection et à l'excellente qualité du fer employé dans la construction de ces tubes ; car leur enfoncement n'ayant souvent lieu que par le choc du mouton, il en résulte, s'ils ne sont parfaitement joints et cloutés, qu'ils se désarticulent, se dérivent et se cassent si le fer est aigre, ce qui se voit souvent lorsque les tôles ne sont pas commandées spécialement en fabrique pour cet objet. Quand de semblables accidents arrivent, ils sont presque toujours irréparables ; on ne saurait donc trop prémunir les personnes qui peuvent faire usage des instruments de sondage contre une économie toujours mal placée.



Fig. 403. — Boulon pour les jointures des tubes.



Fig. 404. — Rivet pour les jointures des tubes.

Un sondeur expérimenté ne construira ses instruments qu'avec des matériaux de première qualité, dût-il les payer le double de leur valeur ; il sera toujours certain, s'il évite seulement une casse, de faire une économie, car il sait ce que coûtent généralement les accidents de cette nature ; aussi s'occupe-t-il toujours peu du prix de revient de ses outils s'ils lui semblent réunir toutes les chances de solidité.

« Quelquefois le sol que l'on se propose de traverser présente, dès sa surface, une couche de sable ou des remblais qui, ayant une certaine puissance, ne peuvent être passés qu'à l'aide de tuyaux, surtout lorsqu'ils contiennent

de l'eau. Le sondeur devra donc atteindre une profondeur aussi grande que possible avec sa sonde, sans cependant s'engager trop profondément si les terrains étaient de nature à menacer de débouler sur l'instrument. Aussitôt cela fait, il descend un tube dans le forage jusqu'au point où il s'arrête seul, si la profondeur atteinte est moins grande que sa longueur. Il devra aussi se précautionner d'un collier avec deux boulons, qu'il fixera au-dessous de la frette, qui doit toujours, à cet effet, occuper le bout supérieur du tuyau. Si le tube doit traverser des terrains assez résistants pour détériorer sa base, on garnit celle-ci d'une bonne frette, soit en acier, soit en fer; cette mesure de précaution devrait même être toujours employée; cette frette est évidée de manière à présenter un tranchant qui, coupant le terrain, lui donne plus de facilité pour y pénétrer. D'un autre côté, on comprendra encore, que, chaque fois que l'on remonte les sondes, la partie supérieure des outils peut rencontrer la base de la colonne, y donner un choc qui, souvent répété, la détériorera si elle n'est pas assez forte.

« Lorsque le collier fixé sur la colonne est parvenu aussi bas que possible, par suite, soit du jeu qui existe dessous, soit parce que le travail exécuté à l'intérieur de la colonne lui a donné la faculté de descendre, on ajoute un nouveau bout sur ce premier, en ayant soin qu'il soit parfaitement vertical; pour cela on le dégauchit sur les quatre côtés au moyen d'un fil à plomb. Il est bien évident que les trous qui doivent servir à passer les boulons ou les rivets de jonction auront été placés, autant que possible, vis-à-vis les uns des autres. S'il existait quelque irrégularité entre eux, on y remédierait au moyen d'un petit équarrisseur en acier que l'on passe dans les trous.

« Si l'on veut réunir les tuyaux au moyen de boulons,

on descend successivement chacun d'eux dans le tube au moyen d'une ficelle qui le suspend à l'intérieur, vis-à-vis des trous de jonction. Par le trou de jonction que l'on veut garnir d'un boulon, on introduit un crochet de fil de fer avec lequel, saisissant la ficelle de suspension, on l'attire vers soi comme cela est indiqué par la figure 403. On coupe cette ficelle de manière à ce qu'il en reste quelques centimètres après le boulon; le restant est remonté à l'intérieur de la colonne pour la descente successive des boulons. Tirant à soi le petit bout de ficelle qui tient le boulon, celui-ci vient se placer dans le trou, de manière à ce que son taraudage se présente à l'extérieur et que sa tête vienne s'appliquer sur la paroi intérieure. L'on met alors l'écrou, que l'on serre aussi fortement que possible au moyen d'une petite clef, en maintenant avec des tenailles le boulon fixe. Une fois suffisamment serré, avec une petite scie à métaux ou une lime demi-ronde, on coupe toute la partie du taraudage du boulon qui dépasse l'écrou, afin d'avoir le moins de saillie possible; on recommence cette opération jusqu'à ce que tous les trous de jonction soient munis de leurs boulons.

« Les deux bouts de tube étant réunis, l'extrémité supérieure de cette colonne sera saisie avec un cordage; on la soulèvera légèrement au moyen du treuil, de manière à ce que l'on puisse facilement desserrer le collier fixé sur la partie précédente; puis on laissera descendre les tubes ainsi joints jusqu'à ce qu'ils soient arrivés à une distance du sol convenable pour ajouter un nouveau tube aux précédents, à moins qu'ils ne touchent le fond du sondage.

« Si les tubes rendus au fond du sondage reposent sur un terrain solide, on les fixera; si, au contraire, ils doivent continuer à descendre, après avoir remis le collier à quelques décimètres au-dessus du point sur lequel il peut

s'appuyer, on défait le cordage par lequel la colonne était suspendue, et on introduit les sondes dans le forage, afin de continuer l'approfondissement. Lorsqu'on est descendu de 50 ou 60 centimètres au-dessous de la base de la colonne, on frappe sur celle-ci à l'aide d'un mouton (fig. 405), de manière à lui faire parcourir une partie du nouveau terrain foré. Ce mouton est quelquefois creux, afin de pouvoir fonctionner la sonde étant dans les tubes; on continuera cette opération jusqu'à ce que le tube supérieur soit arrivé aussi bas que le précédent, et que l'on puisse y adjoindre un nouveau bout si le travail l'exige.



Fig. 405. — Mouton pour enfoncer les tubes des sondages.

« Il est bien entendu que, dans le cas où les tubages sont nécessaires, on doit se ménager, au-dessous du plancher de manœuvre, une excavation telle qu'un bout de tube puisse être ajouté à ceux qui lui sont inférieurs sans paralyser les mouvements de la sonde; si cette excavation ne peut avoir lieu, on se sert de tubes de petite longueur ou on établit entre les montants de la chèvre un second plancher.

« Nous avons vu comment on réunit les tubes entre eux au moyen des boulons; mais quelquefois on préfère river les tubes, afin d'avoir extérieurement les saillies les plus

faibles possibles. Pour cela, au lieu de descendre un boulon, c'est un rivet (fig. 404) que l'on suspend au bout de la ficelle et que l'on amène à la place qu'il doit occuper par des manœuvres semblables à celles décrites plus haut. Lorsque le rivet est en place, on descend la tarière ouverte, de manière à ce qu'elle présente son dos à la tête du rivet ; puis, glissant entre elle et cette tête un coin en fer fixé à l'extrémité d'une tringle, on appuie suffisamment pour qu'ayant coupé l'extrémité de ce rivet, qui est en fer doux, on puisse, à l'aide d'un marteau, l'aplatir de façon à faire une rivure dite en goutte de suif. Nous conseillons, pour servir de point d'appui à la tête du rivet, l'emploi de la tarière et d'un coin fixé au bout d'une tringle, quoique ce ne soit pas l'instrument ordinaire, mais parce que dans de petits travaux ce moyen est suffisant, et qu'il économise l'acquisition d'un outil riveur.

« Quelquefois il arrive qu'après avoir traversé, au-dessous d'un tubage, une couche de terrain solide, on retombe dans une autre couche coulante ou déliquescente. Recourir presque immédiatement à un second tubage serait coûteux : dans cette circonstance, on fait usage d'outils élargisseurs. Ces cas sont rares, et, quand ils se présentent, il devient plus prudent de se procurer l'aide d'un sondeur expérimenté, de semblables travaux étant trop difficultueux pour qu'un homme même intelligent (mais qui n'est pas du métier) puisse les entreprendre d'une manière fructueuse. »

Le poids total de tous les outils d'une sonde destinée à descendre jusqu'à 50 mètres, la chèvre non comprise, est de 250 à 350 kilogrammes. Le prix s'en élève de 600 à 900 francs. Tout ingénieur draineur qui veut entreprendre des opérations sur une grande échelle, et dans des conditions variées, ne nous paraît pas pouvoir se dispenser

de posséder un semblable outillage ; aussi nous donnerons quelques détails sur les prix relatifs des différentes pièces.

Les prix des tiges, emmanchements compris, sont les suivants :

Longueur.	Grosseur.	Prix.
m.	m. m.	fr.
1	0.018 à 0.045	3.00
2 à 3	0.022 à 0.045	2.30
3 à 5	0.026 à 0.048	1.80

Tous les autres prix que nous allons rapporter sont au kilogramme.

Emmanchements des sondes, nº 6	5f.00
— — nº 5	6.00
— — nº 4	9.00
Têtes de sonde à anneau et à œil	3.00
Clefs de relevée	3.00
Clefs de retenue	2.50
Tourne-à-gauche	2.00
Manches à vis de pression	3.00
Tarières	4.00
Soupapes à clapet et à mèche, ou à boulet et à langue	3.50
Trépans	3.00
Outils raccrocheurs	5.00
Ferrures de chèvre et de levier, poulies, etc	2.50
Treuils à engrenage (leurs poids varient de 300 à 1,000 kil.).	2.00
Tuyaux en tôle rivés avec frettes, suivant le diamètre. 1f.80 à	2.00
Tuyaux en fer galvanisé	2.00
Tuyaux en cuivre rouge	4.00
Outils pour river	2.50

Les tuyaux en bois de chêne coûtent, suivant le diamètre, de 12 à 24 fr. le mètre courant.

On trouve tous ces outils chez MM. Degousée et Laurent, rue de Chabrol, 35, à Paris.

Les sondages des puits absorbants sont aujourd'hui beaucoup trop négligés; ils ont rendu autrefois des services importants à l'agriculture. Héricart de Thury, dans un excellent rapport à la Société d'Agriculture, rédigé en

1830 (1), a fait ressortir tout le parti qu'on peut en tirer pour l'assainissement des terres cultivables en les combinant avec les rigoles découvertes et les coulisses couvertes, qui ont pris le nom de drains depuis qu'elles ont reçu les perfectionnements que nous nous sommes attaché à décrire. Nous reviendrons sur ce sujet quand nous parlerons des effets du drainage et de sa combinaison avec les irrigations. Le but que nous cherchons sera atteint si le chapitre que nous achevons éclaire suffisamment les agriculteurs sur les moyens d'exécution des puisards, qu'on ne creuse peut-être pas davantage parce qu'on ne sait pas bien comment s'y prendre pour mener à terme une telle opération.

Nous terminerons en donnant le dessin (fig. 406) d'un puits absorbant creusé par M. Degousée dans le terrain de Paris. Une première colonne de garantie ou tuyau-caisse intercepte les alluvions fluviales dans lesquelles une première absorption s'est manifestée. Une seconde colonne intercepte une partie des marnes et calcaires du gypse, et à sa base se trouve une deuxième couche absorbante. Enfin, une troisième colonne traverse une partie des argiles et sables inférieurs, et rencontre dans les argiles lignites une troisième couche absorbante. La deuxième colonne est coupée à quelques mètres dans la première ; il en est de même de la troisième dans la deuxième. La première colonne est recouverte d'un champignon ou calotte-filtre percée en pomme d'arrosoir, à une hauteur de 1 mètre au-dessus du fond de la citerne dans laquelle s'écoulent les eaux à absorber. Ces eaux, avant de descendre dans la colonne tubée, déposent une première fois dans la citerne tous leurs sédiments, et par conséquent elles ne tendront

(1) Mémoires de la Société centrale d'Agriculture, année 1831, p. 188.

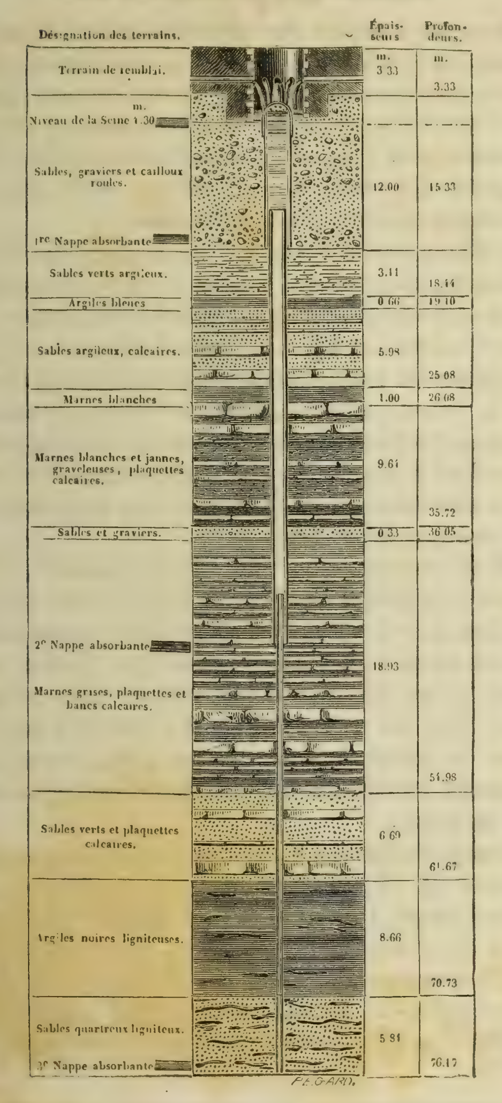


Fig. 406. — Puits absorbant creusé dans le terrain de Paris.

que bien peu à causer des obstructions dans le puits absorbant. On devra retirer souvent la vase déposée autour du tube qui s'élève au fond de la citerne. Du reste, il suffira de descendre une soupape à boulet et à anse (fig. 407) dans la colonne pour enlever au besoin l'enduit déposé le long des parois des tubes. Ces précautions étant prises, un puits absorbant peut durer indéfiniment.

En effectuant un forage, on peut rencontrer de l'eau jaillissante. En général, ce serait là un avantage dont on devrait se hâter de profiter pour faire des irrigations, et il y aurait néanmoins toujours moyen d'arriver à une couche absorbante. On a des exemples de puits forés qui fonctionnent à volonté comme boitouts ou comme fontaines artésiennes. Il suffit de disposer convenablement les tubages, de manière à séparer les eaux remontantes des couches qui les absorberaient, et de diriger dans ces dernières les eaux dont on veut se débarrasser.

« Il est reconnu aujourd'hui, dit M. Degousée, et constaté par l'expérience, qu'un puits peut absorber une quantité d'eau égale à celle qu'il peut produire. Lorsqu'un sondage est terminé, s'il donne au sol 100 litres d'eau par minute, et que son ascension s'arrête à 1 mètre au-dessus du sol, l'on n'a qu'à prolonger le tuyau de 1 mètre au-dessus du niveau de l'eau, et l'on pourra verser continuellement 100 litres d'eau par minute sans dépasser l'orifice du tuyau.

« Lorsqu'un sondage donne 100 litres d'eau par minute au niveau du sol, et que l'on veut en absorber 500 dans le même temps, l'on place dans le tuyau d'ascension une pompe qui débite 500 litres d'eau par minute, et l'on observe jusqu'à quelle profondeur le vide se fait dans le tuyau d'ascension. Si c'est 5 mètres, par exemple, il suffira de placer une colonne de la même longueur au-dessus



Fig. 407. — Soupape à boulet et à anse pour le nettoyage des puits absorbants.

du niveau de l'eau pour absorber la quantité de 500 litres par minute.

« Ce que je viens d'indiquer pour les eaux jaillissantes au-dessus du sol est d'une application beaucoup plus facile lorsque les eaux rencontrées au fond d'un sondage n'ont pas une ascension suffisante pour déborder à la surface. Ainsi je prendrai pour exemple le bassin de Paris, où la plus grande ascension des eaux rencontrées dans la formation tertiaire est de 15 à 18 mètres au-dessus de l'étiage des rivières de la Seine et de la Marne. Si un sondage est fait sur un point élevé de 25 mètres au-dessus des eaux moyennes du fleuve, l'eau ascendante se tiendra au moins à 7 mètres en contre-bas du sol, et l'absorption des eaux sera très-abondante. »

Une réflexion dissipera l'obscurité dont est peut-être entourée la règle donnée par l'habile ingénieur : toute nappe d'eau souterraine doit être considérée comme un fleuve ou comme un lac qui recevra les eaux de la surface et les entraînera dans son cours, pourvu que leur issue soit plus élevée que le niveau hydrostatique des eaux inférieures. Lorsque dans un forage on fera rencontre d'une couche aquifère, on pourra donc être certain qu'elle sera absorbante.

Toutefois nous dirons qu'on n'a pas beaucoup de chiffres d'après lesquels on puisse préciser la quantité d'eau absorbée par les puisards. Nous reviendrons sur cette question en parlant des effets constatés dans les travaux de drainage; nous ajouterons seulement ici que le puits foré à Bondy, vers 1840, pour faire écouler les eaux vannes des vidanges de Paris, puits qui a 76 mètres de profondeur (voir fig. 406, p. 299), absorbe environ 133 mètres cubes en 24 heures; c'est à peu près la quantité d'eau de pluie qui tombe par an sur 7 hectares.

CHAPITRE XXX

Des charrues de drainage

Le génie des mécaniciens est aujourd'hui trop plein de ressources pour qu'on n'ait pas songé à faire effectuer par une seule machine toutes les opérations, quelque compliquées qu'elles soient, que l'homme exécute à la main pour opérer le drainage. On a d'abord essayé seulement d'ouvrir les tranchées, c'est-à-dire de remplacer la bêche, la pelle et la curette par une charrue; plus tard, on a été jusqu'à vouloir faire poser en même temps les tuyaux au fond de la tranchée à peine ouverte, et à la combler aussitôt. Nous allons tâcher de donner avec un grand soin et une scrupuleuse exactitude tous les renseignements que nous avons pu recueillir sur cette question, dont l'importance vient non pas de ce qu'elle est résolue, mais plutôt de ce qu'on a promis beaucoup plus qu'on n'a pu tenir jusqu'à ce jour.

La première charrue à ouvrir les tranchées a été employée en Écosse par M. Ewan, fermier à Stirling. Dans la contrée habitée par ce cultivateur, le sol est presque entièrement formé de terre glaise ferme et onctueuse, sans pierres, et par conséquent très-propre à l'application d'un instrument tel que celui représenté par la figure 408.

Outre le coutre de la charrue ordinaire, il y en a un second *c*, supporté par deux bras de fer attachés au timon en *a* et en *b*. Au moyen de ces deux coutres et du soc en forme de pelle, la première couche de terre est coupée, sur la largeur que doit avoir la tranchée, à une profondeur de 0m.36 environ. On abaisse graduellement l'ap-

pareil au moyen d'un plan incliné qui forme la partie in-

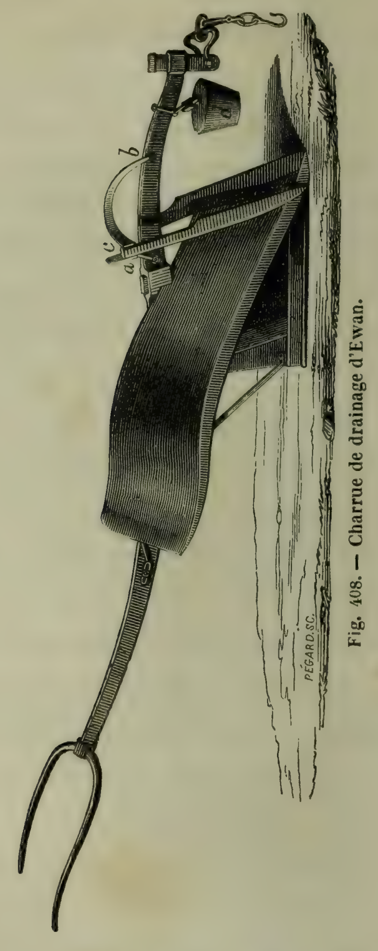


Fig. 408. — Charrue de drainage d'Ewan.

férieure d'un moule en planches qu'on dépose à une

petite distance de l'extrémité de l'ouverture ainsi pratiquée. Le poids cylindrique *d* est alors ajouté sur l'avant, afin de maintenir l'appareil au centre de la tranchée, et de l'incliner suffisamment pour que l'on puisse creuser à 0m.61 plus avant, et arriver ainsi successivement à une profondeur de 1 mètre environ.

M. Ewan employait douze chevaux pour n'enlever qu'une profondeur de terre de 0m.46 à 0m.57 de terre; huit hommes aidaient à finir le fond de la tranchée, dirigeaient la charrue et les chevaux. Des tranchées ainsi pratiquées à cette profondeur coûtaient 7 centimes pour 10 mètres courants. Un grand nombre de constructeurs ou de fermiers, lit-on dans l'*Encyclopédie agricole* de Morton, ont perfectionné la première charrue de drainage, de manière à ce que la fouille d'une tranchée de 0m.71 de profondeur ne coûte que 2 centimes le mètre.

Mais toutes ces charrues, fabriquées par les meilleurs constructeurs, dont le talent est venu en aide à l'idée première des agriculteurs anglais, ne peuvent être employées que dans des terrains sans pierres. Leur cherté, la série très-resteinte des sols où elles peuvent convenir, le nombre considérable de chevaux qu'elles exigent à la fois, doivent nécessairement les empêcher d'être d'un usage général, comme le deviendrait une machine parfaite, applicable à tous les terrains, et pouvant achever complétement les tranchées à la profondeur de 1m.10 à 1m.20, qu'on demande avec raison aujourd'hui. Cependant, afin que le lecteur ait sous les yeux tous les documents relatifs à cette question, nous placerons ici tous les dessins de ces charrues que nous avons pu nous procurer.

La plupart des charrues de drainage ne sont propres qu'à ouvrir la tranchée et à fouiller à peu près l'épaisseur que l'on enlève par le premier fer de bêche.

La figure 409 représente la charrue de Clarke, employée

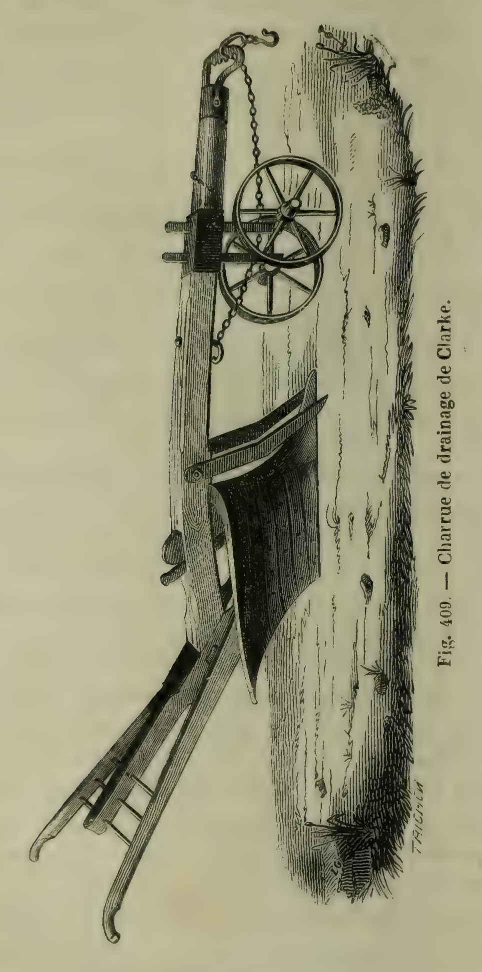


Fig. 409. — Charrue de drainage de Clarke.

dans des prairies du Northumberland, où elle n'exige pas

moins de huit chevaux pour tracer une rigole. Deux coutres coupent la bande de terre, qui est ensuite soulevée et renversée par le versoir.

La charrue de drainage de Gray (fig. 410 et 411) a été regardée lontemps comme une des meilleures pour tracer les rigoles. Elle présente trois roues qui dirigent trois coutres. Deux coutres latéraux coupent la rigole de chaque côté; un coutre médian, un peu en avant des deux autres, coupe au milieu la bande de terre, qui est divisée en deux, détachée par un soc et rejetée des deux côtés par un double versoir.

La charrue de drainage de Morton (fig. 412 et 413) présente aussi trois coutres, *a, a, b,* deux versoirs, *ec*, *ec*, et un soc. Les versoirs *c c* sont précédés de deux plans inclinés *ee, ee,* qui, partant du soc, élèvent les deux bandes de terre séparées par le coutre du milieu jusqu'aux versoirs qui les renversent de côté. On fait avec cette charrue des rigoles de $0^m.25$ à $0^m.30$ de profondeur, de $0^m.20$ à $0^m.22$ de largeur au fond, et de $0^m.35$ à $0^m.38$ de largeur en haut.

Les trois charrues de drainage de Clarke, Gray et Morton sont décrites dans *London's Cyclopedia,* édition de 1831.

La charrue rigoleuse de l'École d'Agriculture de Grignon (fig. 414), qui ne coûte que 75 fr., ne pèse que 73 kil., et n'a besoin que de 2 à 3 chevaux, nous paraît beaucoup plus propre que les charrues anglaises précédentes au premier creusement des tranchées. Elle est établie en bois; la coutelière est armée de deux coutres, dont l'un, celui de droite, se place dans des trous pratiqués de manière à faire varier la largeur de la rigole. On règle l'entrure du soc de la charrue, et par conséquent la profondeur, par le régulateur dû à M. Bouscasse; un sabot permet de donner une assez grande assiette à l'instrument et facilite les tournées.

Le versoir de la charrue renverse la tranche de gazon sur

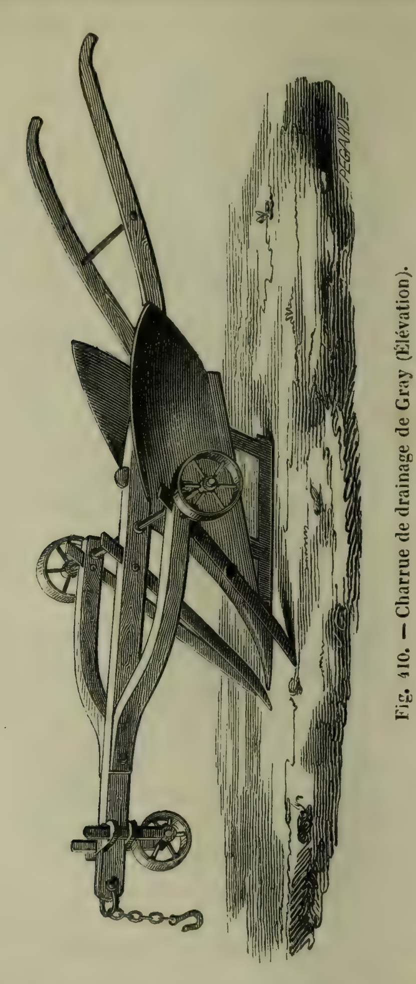


Fig. 410. — Charrue de drainage de Gray (Élévation).

le côté droit et sens dessus dessous. On obtient par une

seule allée une raie d'une profondeur de 0m.25 à 0m.30. On peut augmenter cette profondeur en faisant passer la charrue deux et même trois fois dans le même sillon.

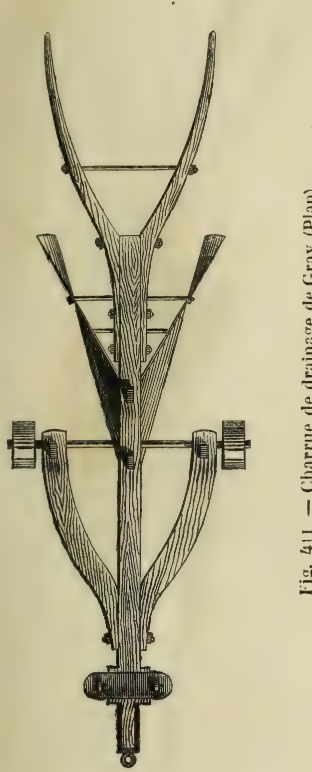


Fig. 411 — Charrue de drainage de Gray (Plan).

Dans ce cas on creuse en allant et en venant, et on rejette la terre des deux côtés.

M. Vitard conseille, pour l'ouverture de la tranchée dans



Fig. 412. — Charrue de drainage de Morton (Élévation).

les terrains qui ne sont pas très-humides, la combinaison de trois instruments de labour : une charrue ordinaire, une charrue à double versoir fixe et à trois coutres, et une

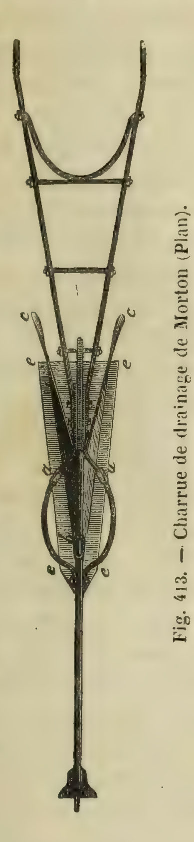


Fig. 413. — Charrue de drainage de Morton (Plan).

fouilleuse. « Avec une charrue ordinaire, dit M. Vitard (1), on trace d'abord, suivant les lignes jalonnées à l'avance,

(1) *Manuel populaire de Drainage*, p. 71 (1855).

des sillons qui déterminent exactement la direction des tranchées; puis, avec la charrue à double versoir fixe, armée de trois coutres, dont deux sont mobiles et s'espacent à volonté, suivant la largeur que l'on veut donner aux tranchées, que nous avons fait construire pour cet usage (fig. 415), on les ouvre à une aussi grande largeur qu'on le désire, et à une profondeur de 0m.30 à 0m.35. Plus la force de traction est grande, plus grande est la profondeur. On comprend aisément que la nature du sol influe beaucoup sur cette dimension. Si la profondeur des drains doit être de 1m.77, *notre maximum*, on ne peut donner moins de 0m.65 à l'ouverture des tranchées; si l'on veut se contenter de 1m.20, 0m.45 suffiront; de 0m.70 à 1m.20, on n'a besoin que de 0m.33 à 0m.45. Ce qu'il faut obtenir, c'est qu'un homme d'une grosseur ordinaire puisse travailler au creusement du drain sans être gêné. Une fois les fossés ouverts à la largeur que l'on juge nécessaire, on vide le sillon en rejetant les terres à 0m.15 au moins du bord des drains, afin de ne pas occasionner d'éboulements par une charge trop rapprochée de la tranchée. On se sert ensuite d'une fouilleuse, comme celle que fait confectionner avec tant de soin M. Bazin, du Mesnil-Saint-Firmin (fig. 416), et qui a une force telle que, pour peu que l'on ait soin de relever le point d'attache, comme nous l'avons fait, afin d'empêcher la volée de traîner sur les terres provenant du creusement des drains, on peut aller à 0m.60 de profondeur au moins dans les terrains d'une consistance ordinaire. Après l'enlèvement des terres ameublies, les ouvriers draineurs n'ont plus à creuser qu'à une profondeur de 0m.70 à 1m.15 pour atteindre notre maximum de 1m.75.

« On remarquera que, plus on relève le point d'attache, plus on se rapproche de la direction naturelle de la trac-

tion, ce qui permet d'obtenir plus d'effet avec la même

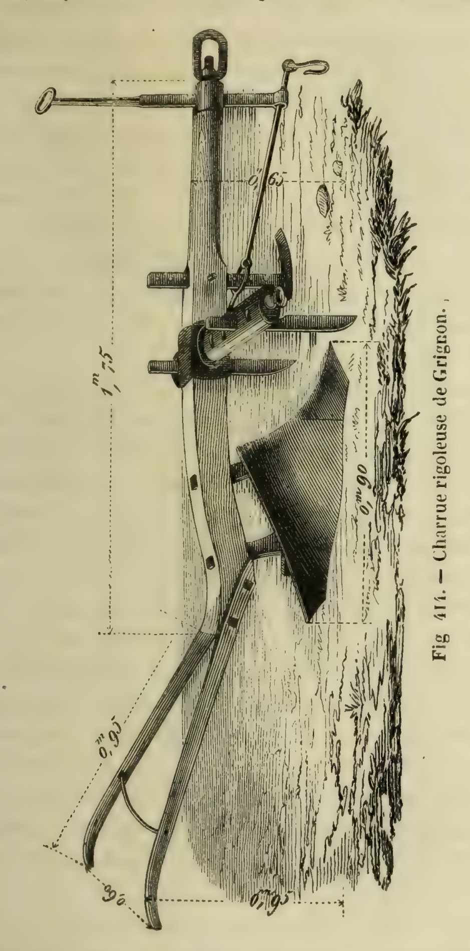


Fig 414. — Charrue rigoleuse de Grignon.

force, ou de réduire la force pour obtenir le même effet.

« Dans une journée, une charrue attelée de six chevaux

peut creuser 5,000 mètres courants de tranchées, à 0m.65 de profondeur, et comme, dans les cas ordinaires, un espacement de 15 mètres suffit, cette longueur représente près de 7 hectares... Et avec dix hommes laborieux, bien conduits, on drainera 15 hectares dans 30 jours. »

La charrue à trois coutres et à double versoir de M. Vitard (fig. 415) ne diffère guère de celle de Morton (fig. 412), plus ancienne de vingt-cinq ans. M. Vitard fait tracer, par une charrue ordinaire, la direction des tranchées; il fait ensuite, une première fouille étant enlevée, en quelque sorte piocher un nouveau fer de bêche par une fouilleuse de M. Bazin, et rejeter hors de la tranchée la terre à la pelle par des ouvriers.

Nous avons dit précédemment (chap. XVII, p. 178) que M. Dufour avait ouvert, dans les grands travaux de drainage qu'il a exécutés, ses tranchées sur une profondeur de 20 à 25 centimètres par deux raies de charrue. Mais quelles sont les meilleures charrues pour creuser la première tranchée des drains? Nous conseillons particulièrement celles qui font les raies très-propres, ou bien celles qui peuvent pénétrer à de grandes profondeurs.

Parmi les premières, la charrue de Howard (fig. 417 et 418) nous paraît la mieux appropriée au but à atteindre; elle place très-régulièrement sur le flanc, les racines en l'air, la couche gazonnée très-nettement découpée sur une largeur de 0m.22 et une profondeur de 0m.18; elle pourrait par conséquent servir plus avantageusement que toute autre à mettre à part la couche gazonnée. La forme héliçoïdale très-allongée de son versoir rend compte de cette propriété.

Si l'on veut arriver immédiatement à une plus grande profondeur, sauf à réparer la tranchée à la bêche et à rejeter une partie des terres à la pelle, il faudra avoir re-

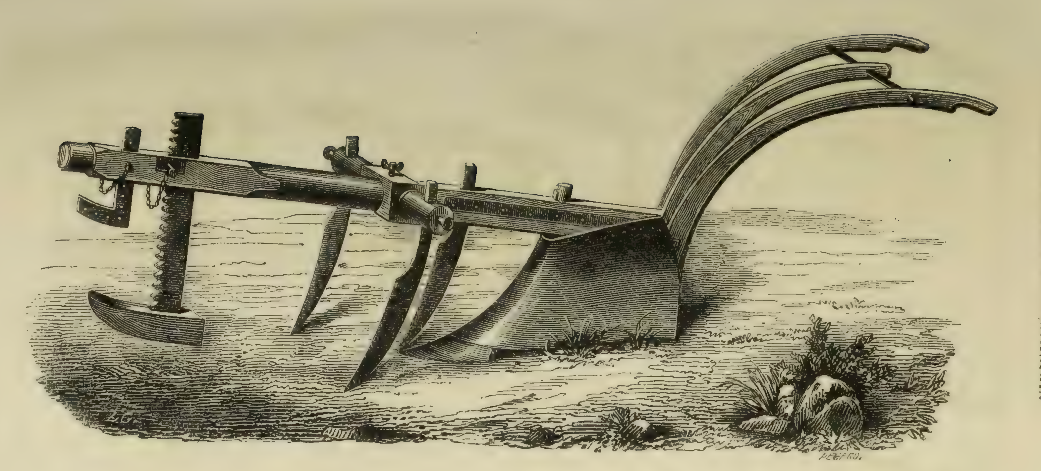


Fig. 415. — Charrue de drainage de M. Vitard.

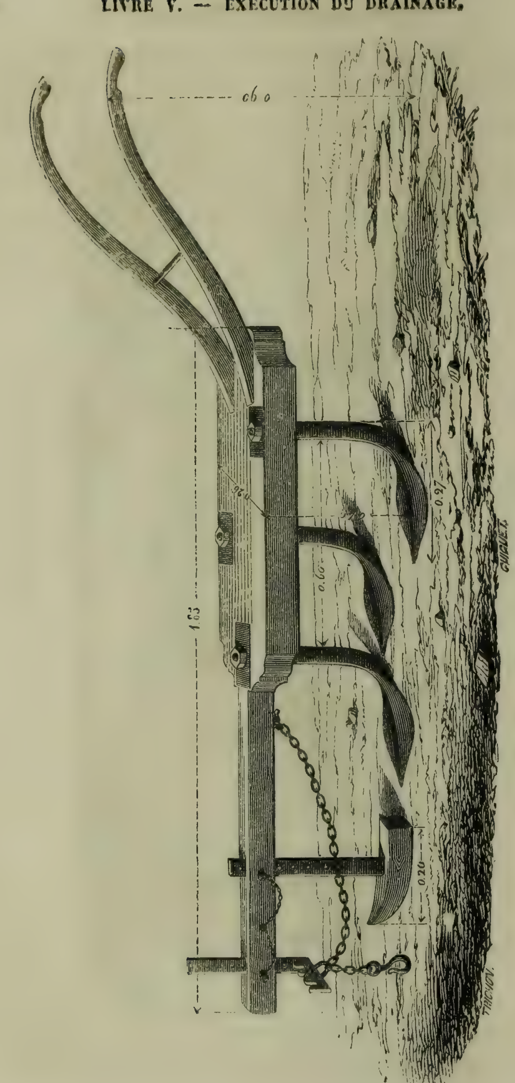


Fig. 416. — Charrue fouilleuse de M. Bazin.

cours aux charrues très-profondes du genre de celles de M. Gustave Hamoir (fig. 419), de M. l'abbé Lambruschini (fig. 420), ou de M. Bonnet (fig. 421).

La charrue de M. Gustave Hamoir, à Saultain, près Valenciennes (Nord), est une des meilleures que l'on ait pour les terres fortes, précisément pour les terres qui ont particulièrement besoin du drainage : c'est l'ancienne charrue du Hainaut, connue sous le nom de charrue Harna, mais améliorée ; elle entre facilement à une profondeur de 0m.30 à 0m.40, et fouille sur une largeur de 0m.20. Le versoir se déplace avec facilité et se remet de droite à gauche, de telle sorte que la charrue travaille à l'aller et au retour en jetant la terre du même côté. Son soc entame et fouille profondément. Cette charrue a donc des qualités spéciales pour son emploi dans le drainage.

La charrue de M. l'abbé Lambruschini (fig. 420) est destinée à exécuter des labours profonds dans les terres légères ; elle serait propre à ouvrir les tranchées dans un sol arable assez meuble, qui devrait son humidité à un sous-sol argileux imperméable. Le soc, de forme triangulaire assez large, se rattache au versoir par une surface paraboloïde uniformément accélérée, de telle sorte que la bande de terre, sur une profondeur de 0m.30 et une largeur de 0m.22, est nettement coupée en dessous et bien retournée. Pour l'ouverture des tranchées de drainage, il faudrait enlever à la pelle la terre fouillée.

La charrue de M. Bonnet (fig. 421), de Rousset (Bouches-du-Rhône), est employée avec grand succès, dans le Midi, pour tous les labours profonds, pour l'arrachage de la garance, pour la culture des racines, pour la plantation des vignes. Le versoir est formé d'une surface cycloïdale qui suit immédiatement le soc de manière à élever, et il prend ensuite la forme héliçoïdale pour verser la bande

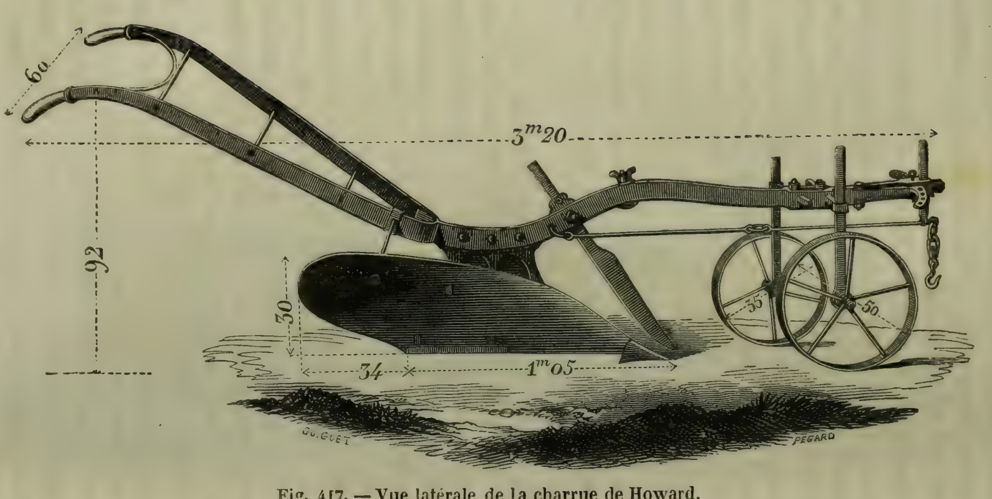


Fig. 417. — Vue latérale de la charrue de Howard.

soulevée sur la bande précédemment retournée. La terre

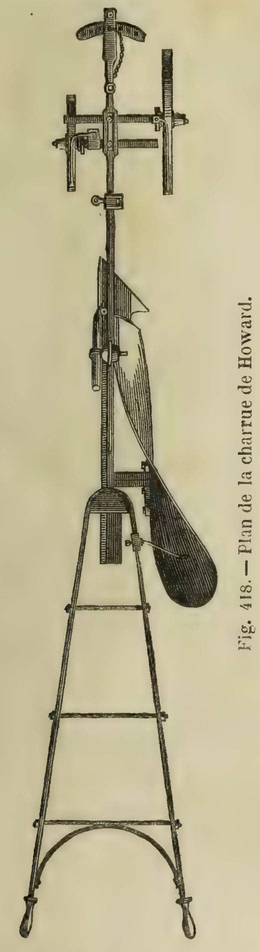


Fig. 418. — Plan de la charrue de Howard.

du fond est ainsi ramenée à la surface par une élévation

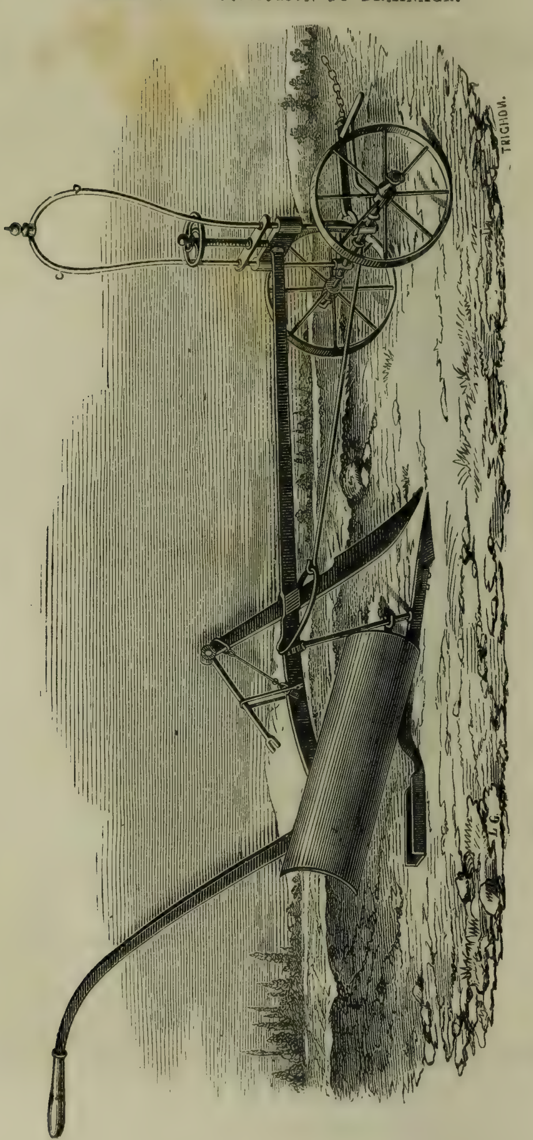


Fig. 419. — Charrue tourne-oreille de M. Gustave Hamoir.

directe sans torsion latérale. Il résulte de là qu'en se ser-

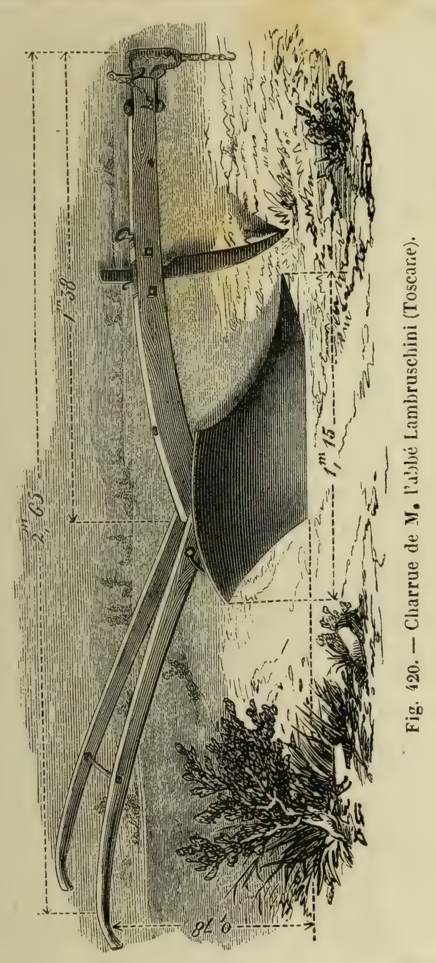


Fig. 420. — Charrue de M. l'abbé Lambruschini (Toscane).

vant de la charrue Bonnet pour ouvrir une tranchée de

drainage, on devrait nécessairement déblayer à la pelle. Mais le travail serait plus facile qu'avec les autres charrues, parce que la charrue Bonnet émiette mieux la bande de terre découpée sur une épaisseur de 0m.30 à 0m.40.

En faisant succéder aux charrues précédentes la charrue sous-sol de John Read (fig. 422), qui a remporté depuis dix ans les prix dans les Concours de la Société royale d'Agriculture d'Angleterre, on pourrait pousser le défoncement de la tranchée jusqu'à une profondeur de 0m.50 ou 0m.60. La charrue de Read n'exige qu'un faible tirage, et en même temps elle est simple, facile à manier et d'une solidité pour ainsi dire à toute épreuve. Son prix est de 116 fr., prise dans les ateliers de MM. Garrett et fils, Leiston-Works, près de Saxmundham (Suffolk).

On possède du reste en France plusieurs charrues fouilleuses, ou sous-sol, très-propres à effectuer le travail d'approfondissement dont nous parlons. M. Vitard a conseillé, comme on l'a vu plus haut, la fouilleuse à trois socs de M. Bazin (fig. 416, p. 316). M. Gustave Hamoir fabrique entièrement en fer un instrument de même genre, qui remplirait le même office (fig. 423); deux des trois socs fouillent sur la même ligne; le troisième travaille un peu sur la droite, et de cette façon une largeur assez grande de terrain se trouve émiettée et peut être déblayée à la pelle. La charrue fouilleuse de M. Van Maele (fig. 424), de Thielt (Flandre occidentale, Belgique), également construite en fer, exécute aussi un très-bon travail d'ameublissement en passant dans un sillon de charrue. Elle est construite entièrement en fer; elle consiste en un soc attaché à l'étançon; une espèce de disque tranchant est placé à l'extrémité postérieure du sep, et porte un crochet auquel peut être attachée une chaîne de tuyaux, comme nous le verrons plus loin.

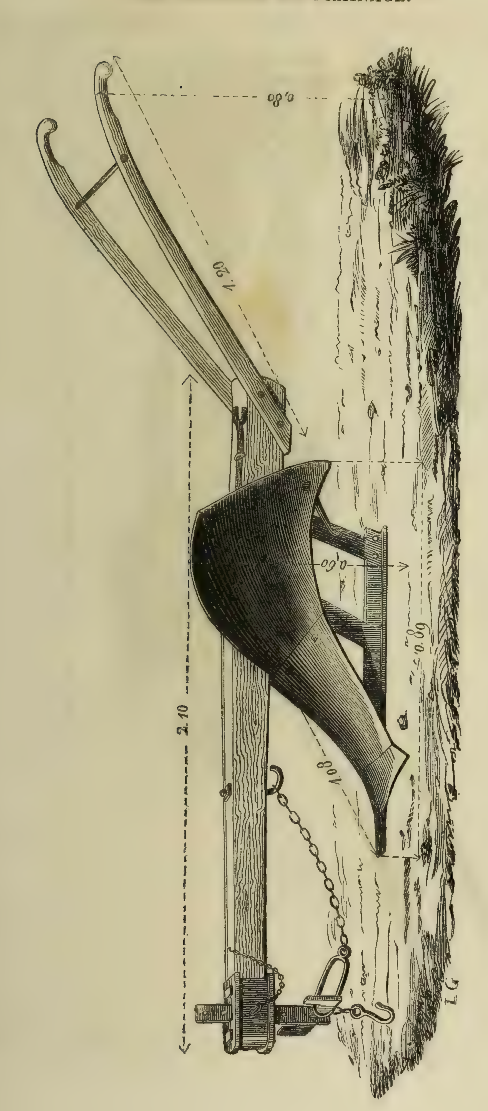


Fig. 121 — Charrue de M. Bonnet.

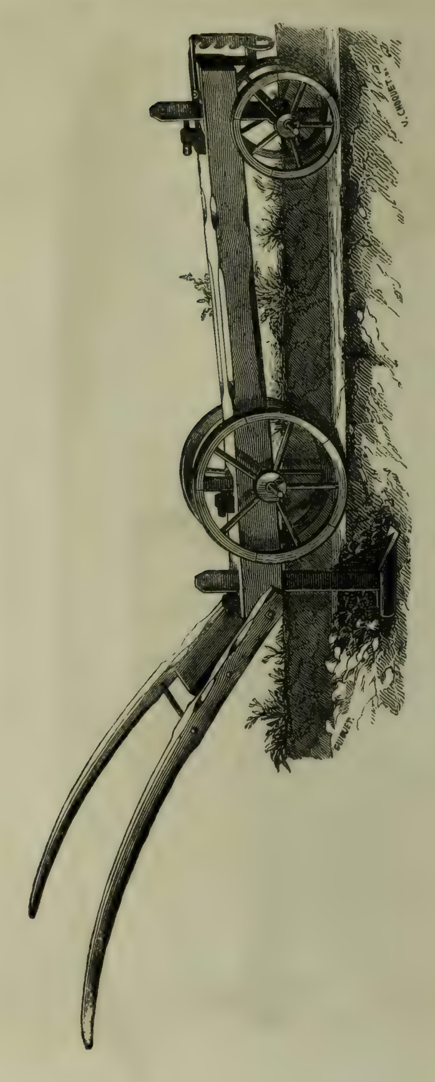


Fig. 422. — Charrue sous-sol de John Read.

M. Gustave Hamoir a modifié la charrue sous-sol an-

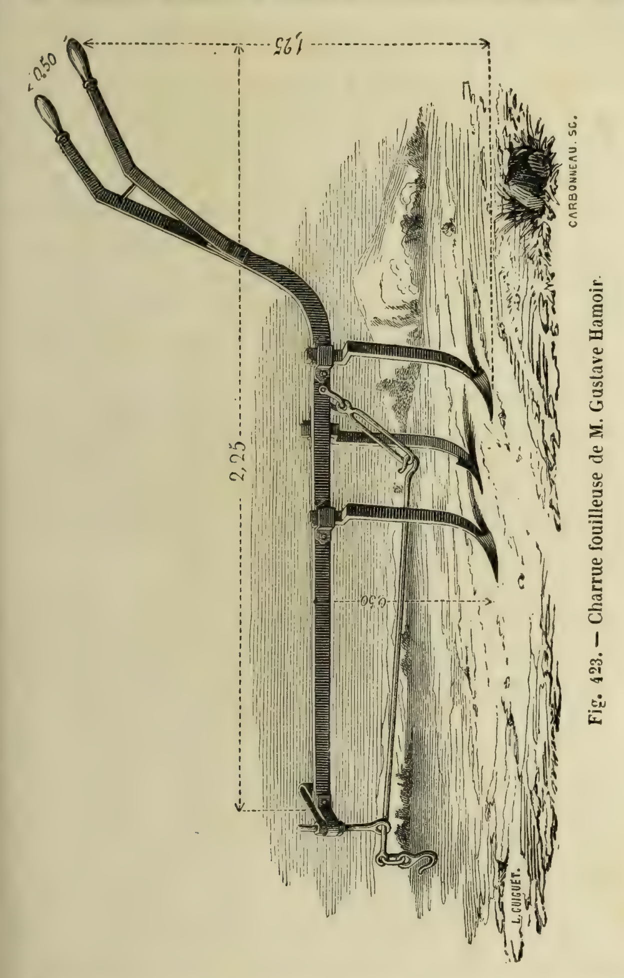


Fig. 423. — Charrue fouilleuse de M. Gustave Hamoir.

glaise de manière à chercher à en diminuer le tirage;

l'instrument qu'il construit (fig. 425 et 426) ne coûte que 45 fr. et est manœuvré par deux chevaux. On dit que, dans des épreuves comparatives, cette charrue sous-sol l'a emporté sur celle de John Read pour la perfection du travail. Le sep est une plaque de fonte très-forte et très-solide, sur laquelle s'adaptent le soc et l'aile au moyen d'un seul boulon pour chaque pièce. Une coulisse, pratiquée sur un des côtés de l'aile, permet de modifier son angle d'inclinaison et d'obtenir plus ou moins d'ameublissement. L'âge et les mancherons sont en bois de frêne. Un régulateur, un patin et une chaîne de tirage complètent cet excellent outil, qui a une grande stabilité pendant sa marche.

Nous reparlerons dans un autre livre, en nous occupant du mode de culture le plus convenable dans les terres drainées, de la combinaison qu'on doit faire, dans les labours profonds, de la charrue sous-sol avec la charrue de surface ; nous décrirons alors la charrue du Yester et le système de culture du marquis de Tweddale.

Avec toutes les charrues dont nous venons de nous occuper, il faut, pour l'ouverture des tranchées de drainage, faire le déblai à la pelle : la charrue ne fait en quelque sorte que remplacer la pioche. C'est encore ce résulat qu'a voulu atteindre M. Paul, de Thorpe-Abbots, près Scole, dans le comté de Norfolk, en imaginant l'ingénieuse machine que représente la figure 427 (p. 330) ; seulement il a cherché en outre à effectuer le déblai après avoir ameubli le sol. Sa machine se compose, comme on voit, d'une roue armée de dents destinées à piocher le terrain, et qui est mise en mouvement à l'aide d'une chaîne s'enroulant sur un cabestan que fait tourner un manége mû par des chevaux. En même temps que la roue avance, entraînée par la chaîne, elle fouille le sol, le soulève, et jette la terre

sur l'un des côtés de la tranchée, qui se trouve ainsi ou-

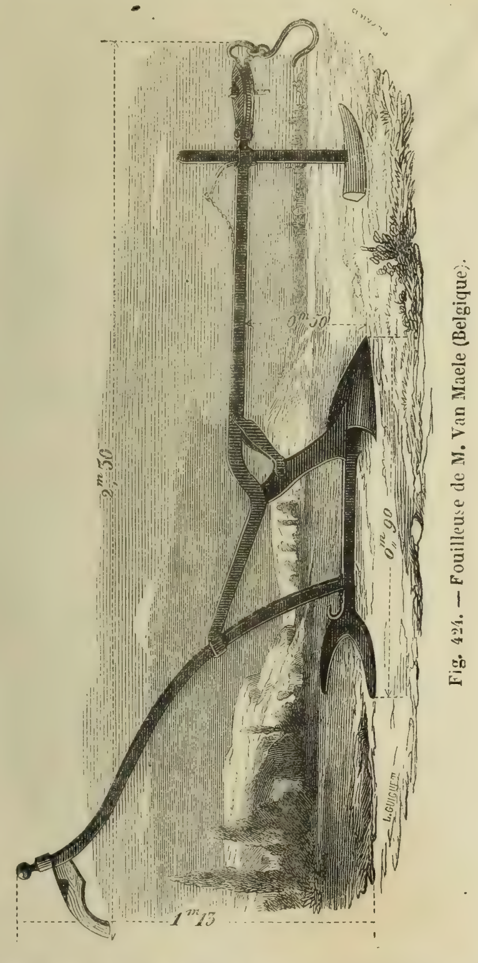


Fig. 424. — Fouilleuse de M. Van Maele (Belgique).

verte à une profondeur réglée par la chaîne-levier qu'on

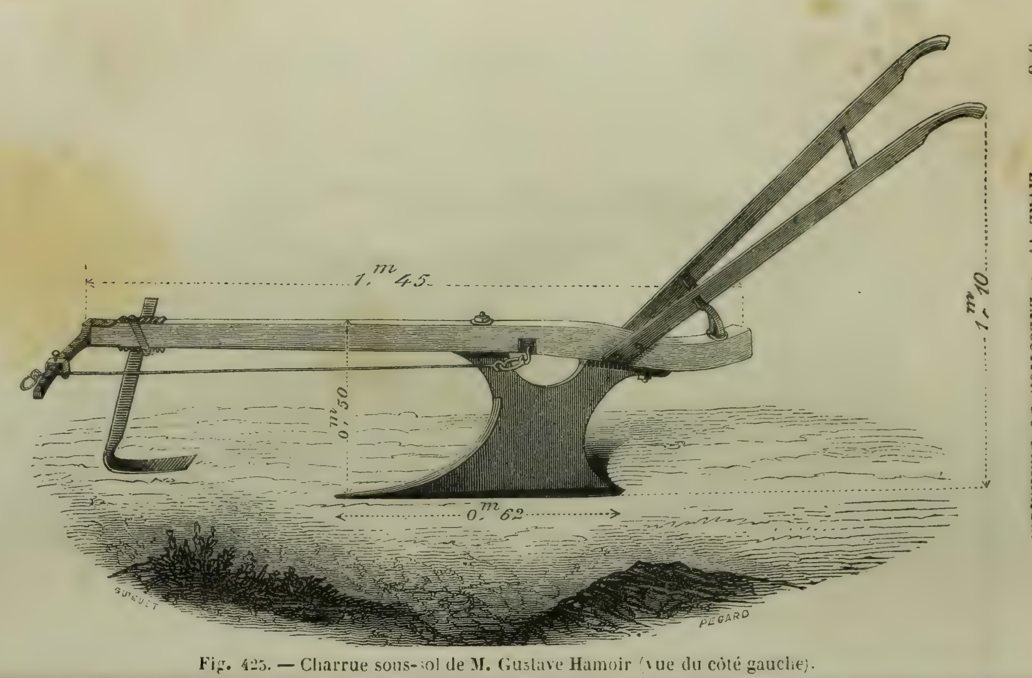


Fig. 425. — Charrue sous-sol de M. Gustave Hamoir (vue du côté gauche).

voi à l'arrière, et qui permet d'élever ou d'abaisser la roue fouilleuse.

Avec cet appareil, on pratique une tranchée de 0m.91 à 1m.52 de profondeur et de 0m.40 de largeur, sur une longueur d'environ 1m.22, par minute, et le fond est convenablement nivelé, dit-on, si on a un ouvrier assez habile pour manœuvrer le régulateur de l'arrière.

Il est évident pour nous qu'une machine construite d'après cette idée doit parfaitement réussir à creuser tous les sols, et qu'elle pourra rendre des services. Nous avons en France une machine, la défonceuse de M. Guibal (de Castres), qui nous paraît fondée sur le même principe que la charrue

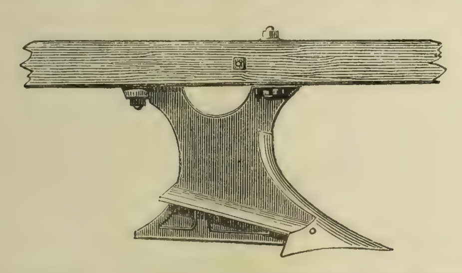


Fig. 426 — Charrue sous-sol de M. Gustave Hamoir (vue du côté droit).

de M. Paul, et qui pourrait être employée à fouiller les tranchées de drainage. Il faudrait, dans ce but, enlever la palette *c* (fig. 428) située à l'arrière de la machine, et qui est destinée à faire retomber la terre dans le fossé creusé; cette manœuvre se fait facilement par les écrous *d*. Cette défonceuse se compose d'une roue armée de deux ou plusieurs rangées de dents tournant autour de l'essieu *a*, porté par le brancard *b*. Cette roue, dans son état actuel, est en fonte, a 0m.80 de diamètre, et pèse 300 kilogrammes; les 32 dents ou pioches placées sur sa circonférence ont 0m.30 de longueur. Une ou deux paires

de bœufs, ou bien 3 chevaux (fig. 429), la mènent facilement dans une raie ouverte par une charrue qui marche

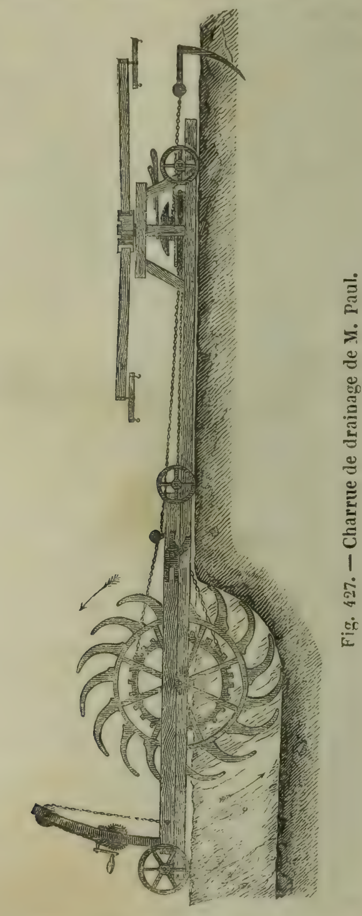


Fig. 427. — Charrue de drainage de M. Paul.

en avant. La terre est entraînée en l'air quand la palette *c* est enlevée, et cette terre, divisée par la palette *f*,

retombe sur deux plans inclinés *k*, soutenus par les tiges *gh* de chaque côté de la roue, de manière à laisser le fossé ouvert.

Pour transporter là machine d'un terrain sur un autre, on la monte sur deux grandes roues de voiture. Il n'y a d'autre limite à la profondeur de la tranchée que le diamètre de la roue, qu'on peut augmenter à volonté ; on atteint facilement $0^m.80$ ou 1 mètre. Le prix de la machine ne dépasse pas 375 fr. Nous sommes convaincu que l'essai en donnera de bons résultats, après quelques modifications que l'expérience suggérera.

Les *Transactions of the Society of Arts*, pour 1829, contiennent, sous le titre de *Pearson's Method of pipe-draining*, la description d'une charrue pour le creusement et l'approfondissement des tranchées de drainage, qui nous paraît mériter aussi d'être reproduite. Le sol couvert de chaume est ouvert par une charrue spéciale, que M. Pearson appelle un soc à cornes (*ahorn-share*) (fig. 430). Avec cet instrument, sur lequel agissent quatre chevaux, on ouvre un sillon de $0^m.22$ de profondeur sur $0^m.25$ de largeur. Les cornes *a* sont ensuite enlevées et remplacées par des coutres *b* (fig. 431), et on attelle huit chevaux à l'instrument. Alors le sol se trouve coupé et ameubli à une profondeur nouvelle de $0^m.25$, comme on le voit en *c* (fig. 432). On déblaye la tranchée, et on recommence à faire passer la charrue armée de ses coutres plus rapprochés, ce qui porte la profondeur à $0^m.91$. La tranchée a d'ailleurs $0^m.45$ de largeur en haut, et seulement $0^m.15$ au fond.

Une fois ce travail achevé, M. Pearson plaçait une coulisse en bois *a* dans le fond de la tranchée (fig. 433), et remplissait celle-ci, en tassant d'abord sur la coulisse de l'argile d'une manière convenable. Alors, plaçant en avant

un treuil, il tirait la coulisse jusqu'à ce qu'elle n'eût plus que quelques centimètres engagés dans la terre, et il continuait à remblayer au-dessus. De cette façon on faisait des drains moulés, tels que ceux que nous avons décrits précédemment (liv. II, chap. XI, t. I, p. 80). Mais on comprend que le système de creusement de M. Pearson pourrait être employé pour les drainages actuels; à la place de

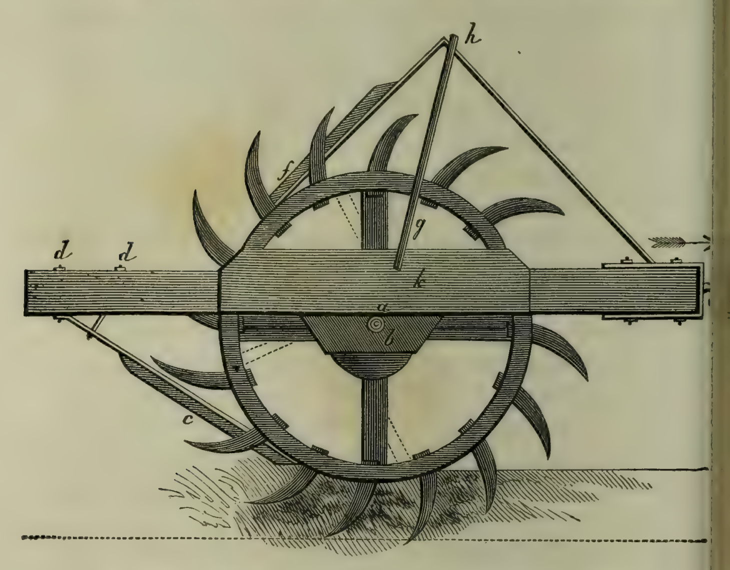


Fig. 428. — Projection verticale de la défonceuse de M. Guibal.

la coulisse, on mettrait seulement des tuyaux, en prenant toutes les précautions que nous avons indiquées pour la régularisation de la pente, la pose des tuyaux et le remplissage des tranchées.

Le problème de fouiller et de déblayer à la fois les tranchées a constamment préoccupé les constructeurs an-

glais depuis trente ans ; on cite particulièrement les char-



Fig. 429. — Vue perspective de la défonceuse de M. Guibal.

rues imaginées dans ce but par George Cord, Ransomes,

Cotgreave. La figure 434 représente la dernière, qui a eu une médaille d'argent, en 1854, au Concours de la Société



Fig. 430. — Charrue de drainage de Pearson.

royale d'Agriculture d'Angleterre. On voit, d'après sa forme, qu'elle coupe verticalement la tranchée par une

roulette et un coutre, qu'elle détache la bande de terre par un soc, qu'elle élève cette bande détachée par un versoir,

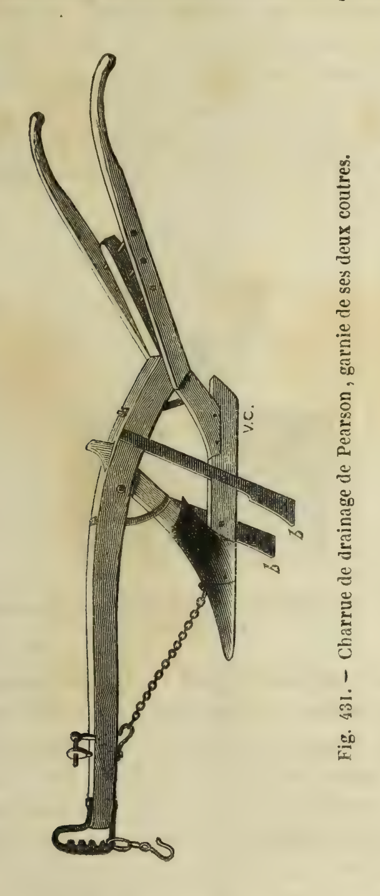


Fig. 431. — Charrue de drainage de Pearson, garnie de ses deux coutres.

qu'elle fouille enfin à l'arrière et plus profondément par deux nouveaux socs. Cette charrue est employée dans plu-

sieurs districts marécageux de l'Angleterre pour creuser des fossés destinés à rester ouverts, et elle les a ainsi parfaitement assainis. Elle ramène la terre du fond pour la mélanger avec celle de la surface, et elle est ainsi très-analogue à la charrue française de M. Bonnet, dont il a été question précédemment (fig. 421, p. 323). En conséquence, elle sert particulièrement dans quelques contrées pour rendre argileuses des terres sableuses placées sur un sous-sol d'argile.

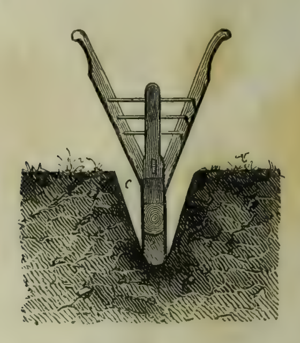


Fig. 432. — Vue postérieure de la charrue de drainage de Pearson en fonction.

Nous allons maintenant passer à la description des charrues qui non seulement ouvrent la tranchée, mais encore y placent les tuyaux, c'est-à-dire aux charrues à drainer de M. Van Maele et de MM. Fowler et Fry. La première est la moins parfaite : c'est par elle que nous commencerons ; nous nous étendrons beaucoup plus sur l'ingénieux engin de MM. Fowler et Fry.

M. Van Maele n'a la prétention de drainer qu'à une profondeur de $0^{m}.70$. Avec son excellente charrue flamande (fig. 435), ce constructeur ouvre d'abord un sillon

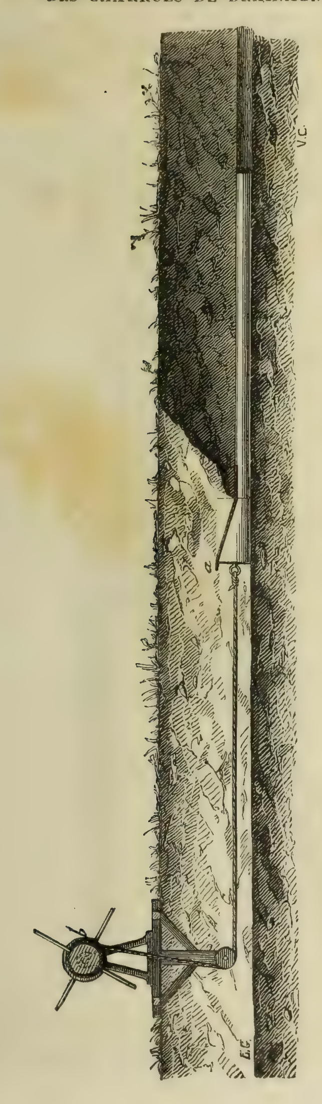


Fig. 433. — Moulage du drain au fond de la tranchée ouverte par la charrue de drainage de Pearson.

de $0^{m}.20$ à $0^{m}.30$ sur une largeur de $0^{m}.18$. Cette charrue, construite toute en fer, fait une raie très-propre ; elle pos-



Fig. 434. — Charrue de drainage de Colgreave.

sède cette particularité intéressante de placer sous la main du charretier une manivelle par laquelle on modifie facile-

ment l'entrure, et un levier qui agit sur le régulateur. Cette charrue coûte 115 francs.

Une fois la première raie ouverte, on y fait de distance en distance, de 15 en 15 mètres, par exemple (fig. 436), des trous verticaux qui servent à engager la charrue fouilleuse jusqu'à une profondeur de 0m.70. Alors, en faisant tirer les chevaux sur cette charrue, elle pénètre dans la tranchée. A l'arrière se trouve attaché à un crochet un cylindre conoïde qui forme, dans le sol, une ouverture circulaire destinée à l'écoulement des eaux. Une corde tressée en paille suit le cylindre et empêche l'ouverture de s'ébouler à la longue. Un mode de drainage préférable consiste à faire suivre le cylindre par des tuyaux de poterie enfilés les uns à la suite des autres sur une corde; cette corde est retirée lorsqu'on est arrivé au trou suivant, et on en rattache une seconde pour continuer la même opération sur la même ligne. On fait ensuite à la main les raccords des trous et on les bouche. M. Van Maele a ainsi drainé quelques prairies; mais nous devons dire que son mode d'opérer, remarquable par sa simplicité et son prix peu élevé (la charrue fouilleuse ne coûte que 80 fr.), n'a été inventé qu'après la charrue de MM. Fowler et Fry, dont il nous reste maintenant à faire l'histoire complète.

Il y a six ans passés que l'ingénieux système de MM. Fowler et Fry a commencé à paraître dans les Concours. Nous l'avons fait connaître dans le *Journal d'Agriculture pratique* [1] dès 1851, en publiant un article enthousiaste que nous avait envoyé d'Angleterre M. de Montreuil, qui venait d'assister à un essai fait aux environs de Londres. Depuis cette époque, nous avons vu plusieurs expériences de pose de tuyaux avec cette machine; nous avons suivi les modifications ingénieuses que le principal inventeur, M. Fowler,

(1) 3e Série, t. III, p. 260 (n° du 20 septembre 1851).

lui a fait subir. Nous devons dire que nous ne croyons pas

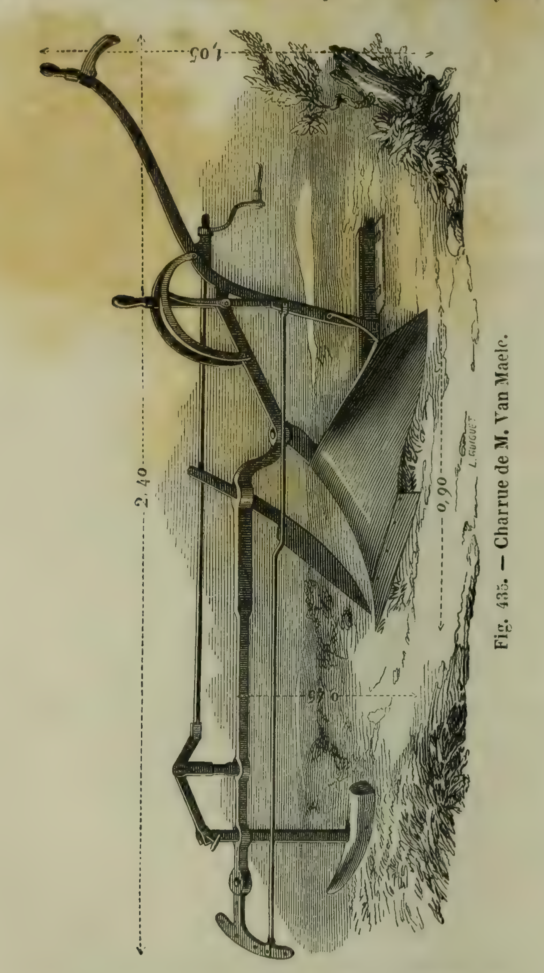


Fig. 435. — Charrue de M. Van Maele.

que jamais la mécanique ait donné naissance à des concep-

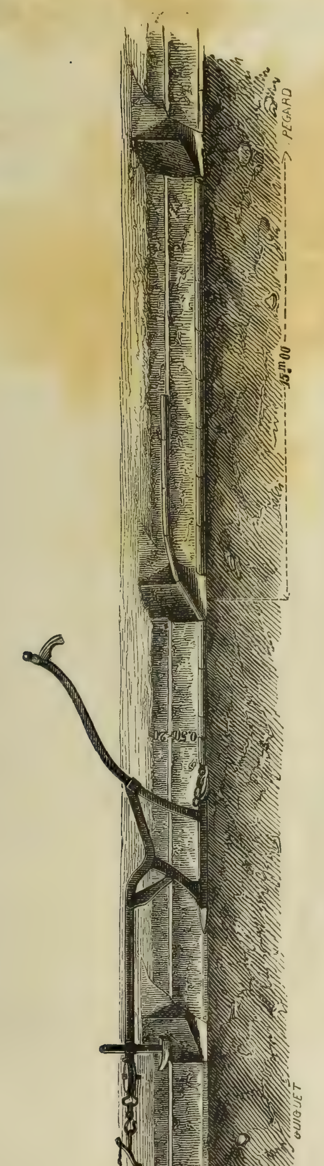


Fig. 436. — Pose des tuyaux par la charrue fouilleuse de M. Van Maele.

tions plus réellement remarquables, à des efforts de génie

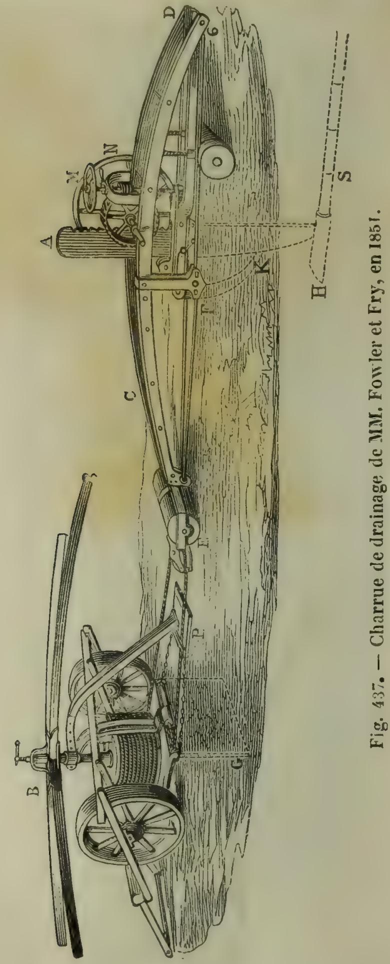


Fig. 437. — Charrue de drainage de MM. Fowler et Fry, en 1851.

plus considérables. Malheureusement les difficultés du pro-

blème sont telles que nous ne pensons pas que la machine, si perfectionnée par M. Fowler, puisse être employée utilement sur une grande échelle. Nous sommes, sur ce point, en désaccord avec quelques personnes, qui nous taxent de tiédeur et qui crient à l'injustice, comme si notre opinion pouvait empêcher une chose excellente de faire son chemin. Si nous avions refusé à l'invention de M. Fowler notre publicité; si nous n'avions pas publié les éloges les plus enthousiastes qui aient été faits de sa machine, on comprendrait peut-être qu'un reproche nous fût adressé. Jamais nous n'avons refusé de tendre la main à un inventeur, de donner tout l'aide dont nous pouvions disposer à ses efforts; seulement nous ne pouvons aller jusqu'à compromettre les droits de la vérité. Donnez de l'argent pour faciliter le progrès, et ce sera une chose hautement louable, mais ne croyez pas faire une affaire fructueuse pour vous : voilà ce que nous avons dit, voilà ce que nous répétons, sauf à être de nouveau le point de mire des attaques de quelques hommes qui ne pardonnent pas à une opinion consciencieuse de venir à la traverse de leurs projets. Ces remarques ne s'adressent pas, du reste, nous nous empressons de le dire, à l'inventeur ni aux personnes qui ont introduit sa machine en France.

Nous allons faire passer sous les yeux de nos lecteurs tous les documents de nature à les éclairer sur les services à attendre de la machine de MM. Fowler et Fry, et sur les perfectionnements successifs que l'invention première a reçus.

Voici d'abord en quels termes M. de Montreuil a rendu compte, en 1851, dans le *Journal d'Agriculture pratique*, de l'essai qu'il avait vu faire de la charrue à drainer.

« L'instrument mécanique (fig. 437) nommé charrue à drainer se compose de deux pièces principales et dis-

tinctes : la charrue proprement dite A, et le cabestan B.

« Le cabestan est à manége et monté sur une plate-forme supportée par des roues basses qui facilitent son transport. La proportion ou les relations existantes entre le rayon du cabestan et les bras du manége sont calculées de façon à décupler les forces de traction de chaque cheval; mais, comme il y a perte de force par les frottements, on peut réduire de 3/10. L'emploi de chaque paire de chevaux donne donc en produit la force de 14 chevaux. Le manége reçoit deux ou quatre chevaux, à volonté.

« La charrue est formée de deux armatures en fer parallèles CD, de 8 centimètres sur 14 environ, et de 4 mètres de long, formant l'arc, reliées ensemble par des traverses et de forts boulons, et ayant au centre 33 centimètres d'écartement qu'elles conservent à l'arrière, tandis qu'elles se rejoignent à l'avant sur le bâti en fer d'un double rouleau E, de 22 centimètres de diamètre, et emmanchent une poulie destinée à recevoir la chaîne du cabestan.

« Du centre de la charrue à l'arrière, et à 11 centimètres en surélévation du sol, courent deux autres armatures FG, se reliant par deux montants de 49 centimètres de haut sur 14 de large, portant traverses et châssis, dans lesquels se trouve le passage du coutre JK, et sur lesquels repose l'engrenage destiné à le faire mouvoir.

« Le coutre est une pièce de fer trempé de 2m.60 de haut sur 27 centimètres de large, aminci à l'avant, et ayant 34 centimètres d'épaisseur au talon. Ce talon est crénelé et commandé par un arbre de couche dont les dents fixent la position du coutre, et qui, activé, détermine son plongement dans le sol.

« Le coutre est armé à son extrémité inférieure d'un soc H, dont la forme conique, aidée d'une pointe, pénè-

tre dans le sous-sol, et donne passage aux tuyaux du drain; ce soc a à l'arrière un œillard auquel sont attachés quelques chaînons. L'engrenage se manœuvre au moyen d'un petit volant M, horizontal, servant de manivelle, qu'un seul homme fait facilement mouvoir. Les pièces principales sont : la vis sans fin agissant sur l'arbre de couche à pignon, et celui-ci sur la crémaillère placée au talon du coutre, sur une roue droite dentée de 43 centimètres de diamètre et un volant N de 1 mètre.

« Enfin deux tiges en fer courent le long du terrain, formant la corde de l'arc sous toute l'étendue de la charrue; fixées aux deux extrémités, elles se retirent à la base du montant central, et forment une ligne parfaitement droite du point F de résistance, où le coutre s'engage dans le sol, au point de tirage où se trouve le cabestan B.

« Les instruments connus, il s'agit de décrire l'opération.

« Disons d'abord que cette charrue doit être employée principalement sur une surface plane ou peu accidentée. Nous ne saurions admettre, ainsi que les inventeurs, qu'elle peut fonctionner partout, n'importe la nature du sous-sol. Dans les terres argilo-glaiseuses, marneuses et crayeuses, légèrement siliceuses, nous l'admettons; mais nous ne croyons pas qu'elle puisse opérer avec succès là où se trouvent des blocs, des pouddings, des pierres résistantes. Le service que l'on peut lui concéder en dehors de ces obstacles a encore assez de prix pour satisfaire le juste orgueil de ses inventeurs.

« *Opération.* — La terre une fois étudiée et divisée en espaces convenables pour le drainage, on place à 130 mètres environ de la charrue et en avant le cabestan B. — Il est fortement amarré.

« Pour ce faire, on ouvre une tranchée de sa largeur,

dans laquelle s'engagent légèrement le bâti et principalement un tablier Q, formé d'un fort madrier à épaulement prenant son point de résistance sur toute la masse du sol. Un double arc-boutant parti du collet de l'arbre vertical se raccorde en résistance sur le bâti et en avant du sol, dans lequel il s'engage légèrement par un madrier fixé à son extrémité P. — Deux ouvriers suffisent au soin des chevaux et à ce travail.

« La charrue est placée en aval, à l'autre extrémité du drain, et à distance de 120 à 130 mètres suivant la chaîne. Cette chaîne est de chanvre recouvert en fil de laiton ; elle a 23 millimètres de diamètre au plus. On ouvre une tranchée de $1^m.30$ de profondeur sur autant de longueur, et 33 centimètres de large. La profondeur est en raison de l'enfoncement voulu du drain, et l'on engage le coutre en contre-bas, suivant cette profondeur. Un ouvrier a formé, au moyen d'une corde, un chapelet de tuyaux (la longueur de chaque tuyau est de 30 à 40 centimètres). L'extrémité de la corde est fixée au dernier chaînon du soc, et on remonte les tuyaux de façon à ce qu'entre eux et l'œillard du soc il n'y ait aucun espace libre. Ceci fait, et sur un signal donné, on met les chevaux en mouvement.

« Les chevaux animent le cabestan, et à l'instant la charrue s'avance, le coutre fend le sol avec une puissance irrésistible, le soc ouvre le sous-sol en le comprimant sur tout son pourtour, et traîne après lui, dans les flancs de la terre, les tuyaux S juxtaposés, dont l'introduction et l'ondoiement sont facilités par l'ouvrier chargé de cette portion du travail. Après trente à quarante tuyaux introduits, on s'arrête pour raccorder une nouvelle série de tuyaux, et cela jusqu'au moment où, près de rejoindre le cabestan, on ouvre une seconde tranchée semblable à la première. Là on s'arrête; le maître ouvrier fait mouvoir

l'engrenage et relève le coutre, le soc se dégage; on détache la chaînette de son œillard, et, attirant doucement les cordes successivement aboutées dans les drains, on bouche avec un peu de paille l'ouverture du dernier tuyau pour que rien ne s'y engorge; l'opération est achevée, la charrue se transporte ailleurs.

« J'oubliais de dire que le chef ouvrier manœuvre seul l'engrenage; il est là comme le pilote à la barre du gouvernail. Si le terrain est onduleux, s'il offre quelques accidents passagers, le chef ouvrier donne une impulsion relative au coutre et maintient ainsi le niveau et les pentes exigées. Tout cela demande un certain exercice et du tact. Toutefois n'est-il pas *féerique* de suivre cette charrue silencieuse dans le travail souterrain qu'elle opère? de comprendre par l'esprit la précision mathématique de son exécution? Nous étions dans une prairie, environnés de troupeaux; eh bien! quand nous avions passé sur un point que les herbes foulées accusaient à peine, ces troupeaux paissaient paisiblement jusque sur les lèvres refermées de la plaie que nous avions faite : rien n'avait disparu dans ce pâturage. Six hommes, deux chevaux et une demi-heure (32 minutes), montre en main, avaient suffi pour descendre à 1m.03 sous terre 300 tuyaux, qui, sans la puissance mécanique, eussent demandé une semaine de travail et bouleversé le sol. »

A côté de cette description très-animée et très-éloquente, nous placerons une appréciation non moins enthousiaste.

M. Pusey, dans son Rapport général, au nom du jury international de Londres, sur les instruments agricoles de l'exposition universelle de 1851, parle ainsi de cet ingénieux appareil :

« Sans les machines à moissonner américaines, la

charrue de drainage de MM. Fowler et Fry, de Templegate (Bristol) eût été certainement la chose la plus remarquée parmi les instruments aratoires de l'exposition universelle. S'il est merveilleux de voir le blé sur pied coupé tout à coup avec une égalité parfaite par deux chevaux qui se promènent le long du champ, ce n'est pas un spectacle moins surprenant et moins attachant que celui donné par deux chevaux qui, travaillant sur un cabestan à l'extrémité d'un champ, font avancer une corde métallique invisible, qui entraîne à l'autre bout, sous le sol, tout un attirail, sans laisser à la surface d'autre vestige de son passage qu'un sillon étroit, semblable à celui du navire sur une mer tranquille. Si l'on vient examiner de près ce qui se passe, on voit une série de tuyaux s'enfoncer sous terre à mesure que marche la charrue. Celle-ci fait des trous de plus de 1 mètre de profondeur, analogues à des terriers dans lesquels se tortille sous terre, comme un ver gigantesque, une corde revêtue de tuyaux. En quelques minutes, quand la charrue a atteint le cabestan, on retire la corde, et le collier de tuyaux est resté au fond d'une tranchée invisible, qui cependant a été ouverte et refermée sous vos yeux ébahis. »

En 1853, nous avons revu la charrue de MM. Fowler et Fry à Gloucester, et voici dans quels termes nous en avons parlé dans la première édition de cet ouvrage.

« Le cabestan est à manége; il est monté sur une plate-forme supportée par des roues basses qui facilitent son transport. La charrue est formée par deux armatures en fer parallèles de 8 centimètres sur 14 centimètres environ, et de 4 mètres de long. Ces armatures forment un arc qui s'appuie sur les roues de devant et de derrière (fig. 438); elles sont reliées ensemble par des traverses

et de forts boulons; elles ont, en outre, un écarte-

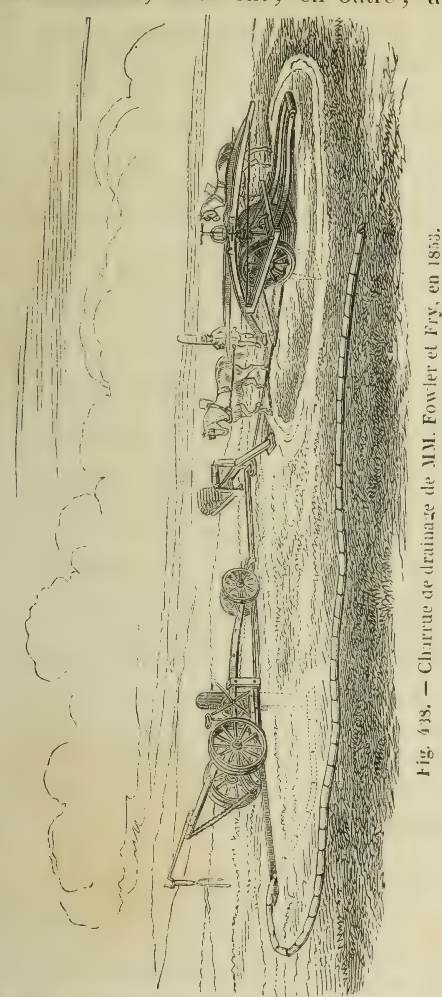


Fig. 438. — Charrue de drainage de MM. Fowler et Fry, en 1853.

ment de 33 centimètres pour se rejoindre en avant,

où elles sont attachées à la corde métallique du cabesan. A l'arrière, ces armatures sont reliées, par des montants verticaux, à deux autres armatures placées plus bas, et qui supportent un coutre. Ce coutre est une pièce d'acier trempé, de 2m.60 de haut sur 27 centimètres de large au milieu, aminci à l'avant en forme de couteau, et ayant 34 centimètres d'épaisseur au talon. Ce talon est crénelé en forme de crémaillère, et couronné par une roue d'engrenage qu'on fait monter ou descendre à l'aide d'un volant. Ce coutre est armé à sa partie inférieure d'un soc de forme conique, dont la pointe pénètre dans le sous-sol, et dont un œillard entraîne une corde revêtue de tuyaux, qui y sont enfilés comme des perles pour constituer un collier. On place la charrue à environ 130 mètres en avant du cabestan, qu'on amarre fortement à l'aide d'un épais madrier qui descend dans une tranchée pratiquée dans le sol. Un second madrier, raccordé avec le premier par un arc dans le prolongement de celui-ci, entre légèrement dans le sol en avant, de manière à donner au système une solidité suffisante.

« La corde qui relie le cabestan à la charrue est de chanvre recouvert en fil de laiton; elle a 22 millimètres de diamètre au plus. On ouvre une tranchée de 1m.03 de profondeur sur autant de longueur, et ayant 0m.33 de large. On engage le coutre au fond, en attachant à l'œillard une corde revêtue de son chapelet de tuyaux.

« Ces dispositions prises, sur un signal donné, on met les chevaux en mouvement. Le cabestan tourne; au même moment la charrue s'avance, le coutre fend le sol, le soc ouvre le sous-sol, et traîne dans les flancs de la terre les tuyaux, au nombre de 30 ou de 40. A cet instant on

ajoute une corde revêtue d'un même nombre de tuyaux, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la charrue ait rejoint le cabestan. Alors on ouvre une seconde tranchée semblable à la première. Là on s'arrête; le maître-ouvrier fait mouvoir le volant, tourner l'engrenage, et le coutre se relève en même temps que le soc se dégage. On détache la corde, et on tire doucement les cordes successivement, en bouchant avec un peu de paille l'ouverture du dernier tuyau, pour que rien ne s'y engage. »

Pendant toute la pose, le chef ouvrier manœuvre l'engrenage en l'abaissant ou en le relevant, selon les inégalités du terrain, de manière à faire en sorte que la ligne des tuyaux soit droite, et conserve autant que possible une pente régulière. Mais c'est là la difficulté, comme le fait sentir ce passage du Rapport du jury de Londres :

« L'instrument a très-bien fonctionné dans l'essai qui a été fait, en ce sens que les tuyaux ont été facilement placés. Deux chevaux l'ont fait manœuvrer en agissant sur le cabestan, solidement et aisément fixé dans le sol, qui a imprimé un vigoureux mouvement de traction à la charrue, à l'aide d'une corde métallique et d'une poulie. Depuis son exposition au Concours d'Exeter, la machine a été perfectionnée, en ce que le niveau du fond de la tranchée est devenu indépendant, à un certain degré, de celui de la surface. Mais il y a encore un perfectionnement à lui apporter : c'est de faire en sorte que l'inclinaison de la tranchée soit parfaitement régulière. »

La récompense décernée lors de l'exposition universelle de Londres, en 1851, a été une mention honorable qui a été renouvelée aux Concours de Lewes et de Gloucester. La modestie de cette récompense montre que les jurys de ces trois Concours étaient loin d'être complétement satis-

faits des essais que nous avons appréciés en ces termes :

« On a soumis l'instrument à quelques épreuves pour reconnaître les défauts ou les avantages du drainage qu'il opère. En premier lieu, on a ouvert les tranchées sur une longueur convenable, et on a reconnu que les tuyaux avaient été placés en ligne bien droite, qu'ils étaient bien juxtaposés les uns aux autres, mais qu'il y avait quelque reproche à faire à la régularité de la pente, ce qui était un grave inconvénient dans le sol complétement plat où se faisait l'expérience. Au Concours d'Exeter, on avait constaté que les inégalités du terrain étaient fidèlement reproduites par les ondulations de la ligne de tuyaux posée. La vis qui a été ajoutée depuis ne peut remédier à cet inconvénient que par l'habileté d'un ouvrier très-soigneux, quoiqu'un niveau à balancier rende visibles à l'œil tous les changements de pente de la surface du terrain. On a aussi réduit à quatre chevaux la force à dépenser par jour, et on a cherché à n'avoir besoin de changer de place le cabestan qu'une seule fois en une journée, quoique l'on exécute de 1,200 à 1,500 mètres de tranchées. Cependant il nous semble que l'achat d'une pareille charrue est toujours trop coûteux, même pour une vaste propriété, car il s'agit de 3,000 à 4,000 fr. Il est vrai que les inventeurs proposent de louer leur machine à l'année, ou d'exécuter des opérations de drainage à leurs risques et périls, à des prix inférieurs d'un tiers aux prix de revient des travaux effectués à la main. M. Pusey rapporte avoir vu un drainage ainsi exécuté, à $0^{m}.76$ de profondeur et à 10 mètres d'écartement, qui n'avait coûté que 98 fr. par hectare, y compris la dépense des chevaux et celle de la location de la machine. Elle a fonctinné dans les fermes suivantes, en laissant des tuyaux au fond des tranchées, ou en y creusant seulement un vide :

	Hectares.	Profondeur.
	Avec tuyaux.	
MM. Fowler, à Melksham........	5.67	0.76
Newman, —	4.05	0.61
Blandford, —	12.15	1.06
	Avec tuiles.	
Purch, à Down Ampney......	40.47	»
	Avec et sans tuyaux.	
Hall, à Brentwood..........	80.94	0.76
	Avec tuyaux.	
» à Wormwood Scrubbs..	16.20	0.61 à 1m.22

« Dans les sous-sols argileux, sans pierres, à pente douce et régulière, le succès de la charrue que nous venons de décrire paraît certain; mais de telles circonstances sont malheureusement l'exception. »

A partir de 1854, M. Fowler reste seul en nom dans les Concours où apparaît la charrue. Le jury du Concours tenu à Lincoln par la Société royale d'Agriculture d'Angleterre lui fait un excellent accueil, comme on peut le voir par le rapport suivant, que nous ne faisons que traduire :

« La charrue de drainage de M. Fowler a été soumise à un essai sévère. Elle place les tuyaux avec une admirable précision. La tranchée a été ouverte en plusieurs endroits, et un fermier intelligent n'a pu s'empêcher de faire cette remarque : « En restant avec mes draineurs du matin jusqu'à la nuit, je ne pourrais obtenir mieux. »

« Cette charrue a reçu de nombreux perfectionnements. Nous sommes heureux de voir ainsi surmonter tous les obstacles, et de témoigner notre estime par une recommandation toute spéciale, en décernant à cet instrument une médaille d'argent. Il a été prouvé que la charrue de M. Fowler peut drainer facilement la terre à 1m.07 de profondeur, et nous croyons que son utilité sera surabondamment prouvée dans chaque partie du royaume. Le prix du drainage, à une telle profondeur et à une distance

de 7m.30, sera d'environ 108 fr. par hectare. Le sol paraît être remué à 0m.60 ou 0m.90 de chaque côté à mesure que la charrue passe.

« Le prix de la charrue est considérable, probablement 10,000 francs, y compris le moteur, qui peut, toutefois, servir à d'autres usages dans la ferme.

« La figure 439 représente la disposition adoptée; en voici la légende :

A. Moteur.
α. Grand tambour.
d. Petit tambour.
B. Grande poulie de renvoi.
β. Petite poulie de renvoi.
c. Ancre.
f. Grand câble.
S. Poulie attachée à la charrue.
P. Charrue de drainage.
G. Petit câble.
H. Poulie et ancre pour le petit câble.

« La machine A, de la force de six chevaux, est solidement amarrée à une extrémité du champ à drainer, et en dehors, sur une ligne parallèle à la haie de ceinture. Deux tambours *a* et α, qui tournent au moyen d'un engrenage, sont placés sur la machine; à ces tambours sont attachés deux câbles *f* et G, comme on le voit dans la figure. Ces câbles, de 457 mètres de long chacun, sont placés isolément le long du guérêt et enroulés sur les poulies B, β, attachées à l'ancre *c*, laquelle est placée sur la ligne du drain à exécuter. De là les câbles sont portés sur le champ : le plus gros *f* est enroulé autour de la poulie S attachée en tête de la charrue à drainer P, et son extrémité retournant en arrière vient se fixer à l'ancre H. Le plus petit câble G est aussi traîné sur le champ de manière à s'enrouler sur la poulie de l'ancre H, et à s'attacher à l'arrière de la charrue comme le montre la figure. La charrue commence à travailler sur l'extrémité du champ opposée à la machine à vapeur, qui fait enrouler le câble *f* sur le tambour *a*, tandis que le cable G se déroule. Quand un drain est achevé,

ce câble G est enroulé à son tour sur le tambour α, et tire la charrue en arrière, de manière à permettre de la placer à la place voulue pour l'exécution du second drain; en même temps le cable *f* se déroule. L'ancre *c* des poulies B et β est alors placée à la tête du nouveau drain, et on répète indéfiniment la même opération.

« La charrue a reçu un organe particulier qui permet

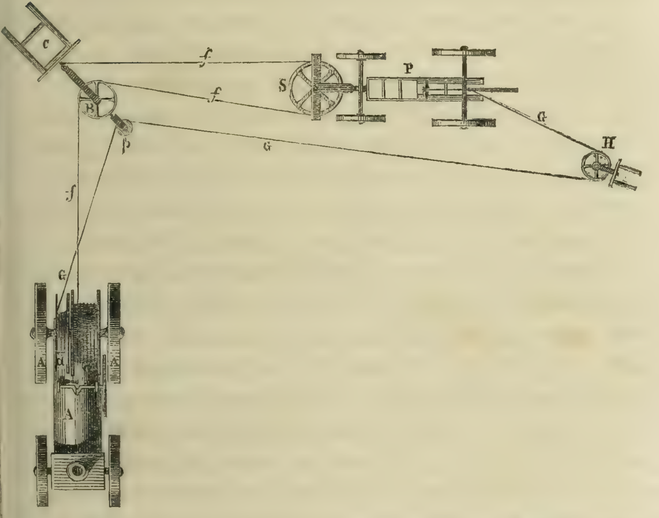


Fig. 439. — Drainage à la vapeur par la machine de M. Fowler, en 1854.

au coutre de suivre les inégalités de la surface. On emploie le mouvement de la poulie de tête pour élever ou abaisser le coutre, et la vitesse de marche est réglée en faisant passer le câble sur deux cônes.

« M. Dray avait aussi exposé une charrue de drainage qui n'a pu fonctionner, le tube à travers lequel les tuyaux descendaient éprouvant trop de résistance dans son pas-

sage à travers le sol, bien qu'on ne travaillât qu'à une profondeur de 0m.60. Beaucoup de tuyaux ne pouvaient pénétrer dans le sol.

« L'essai de ces immenses engins ne pouvait manquer d'exciter vivement notre attention. Une petite machine à vapeur de la force de 6 chevaux accomplit avec une facilité relative les travaux de 150 chevaux, avec une régularité telle qu'on n'apercevait pas d'oscillation sensible.

« Assurément, cette puissance pourra être appliquée à des usages plus généraux. Nous recommandons vivement cette idée à nos ingénieurs et à nos mécaniciens. »

La machine de M. Fowler n'a pas excité moins d'intérêt en 1855, au Concours de Carlisle. Voici dans quels termes notre collaborateur, M. Robiou de la Tréhonnais, a rendu compte, dans le *Journal d'Agriculture pratique*, des essais que fit le jury anglais, et dont il fut témoin.

« Après la machine de Boydell (machine à vapeur à labourer), celle qui a attiré le plus l'attention, c'est la machine à drainer, et c'est aussi celle qui semble avoir fonctionné avec le plus de succès. Rien de plus ingénieux, en effet, que cette invention : l'engin passe sur un champ sans en remuer la surface, sans déranger un brin d'herbe, pour ainsi dire, et dépose à toutes les profondeurs voulues une rangée de tuyaux de drainage régulièrement posés et plus ou moins espacés, selon les besoins du sol. Il serait assez difficile de donner une juste idée de cette machine sans en illustrer la description d'un dessin de ses différentes parties. Nous allons cependant essayer de la décrire de la manière la plus claire qu'il nous sera possible.

« Le mouvement est communiqué à l'appareil au moyen d'une machine fixe bien assujettie dans une des lisières du champ à drainer par un système d'ancres à levier qui tendent à s'enfoncer dans la terre en raison de la tension

qu'elles ont à supporter. Des poulies d'angle donnent au câble de traction la direction voulue. Ce câble est en fil de fer. La machine à drainer consiste en une forte lame de fer, assez tranchante pour diviser le sol sans trop d'efforts; le dos de cette lame est taillé en crans qui servent à lui donner plus ou moins de profondeur. L'extrémité inférieure de cette lame se termine en un soc qui forme, par la pression seule, la cavité dans laquelle sont posés les tuyaux. Cet appareil est fixé à un avant-train qu'un homme dirige par derrière comme une charrue. Pour opérer, voici comment on procède. On creuse d'abord un trou à l'extrémité de chaque drain pour y placer l'ancre à laquelle est fixé le palan de traction; ensuite on creuse un commencement de drain à la profondeur voulue, à l'autre extrémité; c'est dans cette tranchée que l'on introduit l'instrument. A la partie postérieure du soc on attache une corde dans laquelle sont enfilés les tuyaux comme les grains d'un collier; la machine, en avançant, entraîne après elle ce chapelet et le dépose dans la cavité laissée par le soc, absolument comme une lardoire fait du lardon dans un filet de bœuf. Le lecteur nous pardonnera la comparaison : nous n'en trouvons point de plus juste, ni qui exprime mieux le procédé de cette ingénieuse machine. C'est M. Fowler qui a inventé et successivement amélioré cet instrument. La machine à vapeur qui communique le mouvement à l'appareil est d'une force de 8 chevaux, et, comme cette force se trouve multipliée par 12 au moyen des rouages, la force de traction agissant sur le câble de fil de fer est de 96 chevaux, et, cette force étant doublée par la poulie fixée à la charrue, on obtient ainsi une force totale de 192 chevaux. »

Le lecteur peut voir, par les passages que nous venons de mettre sous ses yeux, que nous avons suivi pas à

pas l'ingénieuse invention de M. Fowler, que nous n'avons négligé aucune occasion de la faire connaître en France, et d'encourager tous les perfectionnements que lui a fait subir son auteur.

Président de la section du jury international chargé en 1856 d'examiner à Paris le travail de la charrue de drainage de M. Fowler, dont une loi spéciale venait de protéger l'introduction dans notre pays, nous sommes venu sur le terrain avec le désir bien vif de voir enfin le succès couronner tant d'efforts persévérants. Si notre attente n'a pas été remplie, il faut l'attribuer à la difficulté du problème, difficulté que peut-être ne pourra jamais vaincre économiquement le génie de l'homme. Aussi, en décernant une médaille d'or d'encouragement à M. Fowler, le jury n'a pas conçu l'espoir de voir réussir l'invention de l'habile constructeur; il a voulu seulement donner une haute marque d'estime à un ingénieur dont les merveilleuses facultés, appliquées à des problèmes de mécanique agricole moins restreints, devront produire des résultats plus féconds.

Nous allons décrire, en nous aidant de figures dessinées d'après nature et sur le terrain même par M. Guiguet, l'état actuel de la charrue de drainage à vapeur de M. Fowler, et les essais auxquels nous avons assisté.

Il faut distinguer dans cette invention la charrue de drainage proprement dite et son moteur. L'une est réunie à l'autre par un câble. Ce câble, en s'enroulant sur un tambour, comme le montre la figure 440, traîne la charrue, qui ne laisse d'autre trace de son passage dans la terre qu'une fente analogue à celle d'un couteau dans un pain de beurre; seulement, de distance en distance, tous les 40 à 50 mètres, un trou est creusé dans le sol pour permettre d'attacher les uns aux autres les chapelets de

tuyaux, comme nous l'expliquerons plus loin. Une puissante chaudière, distincte de la machine motrice, lui fournit la vapeur nécessaire à produire les efforts considérables de traction que le système exige.

Étudions d'abord en détail la charrue proprement dite, représentée par la figure 441.

La charrue est amenée au-dessus de l'un des trous dont nous venons de parler, et qui consiste en une petite tranchée de 1m.50 de long sur 0m.50 de large, et ayant une profondeur égale à celle à laquelle on veut poser les tuyaux. On descend alors le coutre-poseur H dans le trou à l'aide de l'engrenage L M N O P.

Le câble, déroulé par des chevaux de dessus le tambour de la machine motrice, est solidement attaché en A à la charrue, qui est, comme on voit, portée sur quatre roues de 1m.20 de diamètre, et éloignées d'essieu en essieu de 4m.50.

Le câble, fait en fil de fer, est attaché très-solidement à la charrue A. Une manivelle B sert à faire mouvoir, au moyen d'un engrenage, un petit levier à fourche qui conduit le câble à droite ou à gauche, afin d'assurer la marche rectiligne de l'appareil. De forts tirants en fer C, attachés d'une part à l'extrémité du corps de la charrue, d'autre part aux plaques de garde D, font que le tirage a bien lieu sur le milieu de l'appareil, où se trouve d'ailleurs agir toute la résistance. C'est entre ces plaques que passe et se trouve maintenu le coutre H H; elles sont d'ailleurs reliées au bâti E de la machine par de très-forts boulons à écrous. Le bâti ou corps de la charrue E se compose de deux arcs de cercle E E, réunis par quatre tringles en fer boulonnées à leurs extrémités. En outre, au centre, une flèche, formée de deux pièces en fer attachées sur chaque arc, est fixée aux tirants C. Tout ce bâti est sus-



drainage à vapeur de M. Fowler, fait près de Trianon, en présence

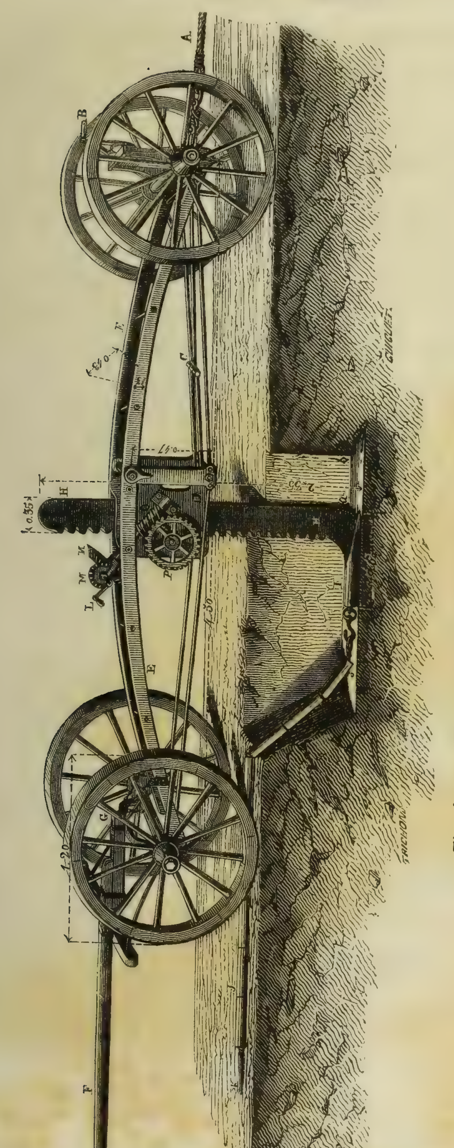


Fig. 417. — Charrue de drainage de M. Fowler, en 1856.

pendu sur des chaînes accrochées à l'arrière train G, pour laisser plus de jeu à la charrue, si elle vient à rencontrer des corps très-résistants dans son travail souterrain. Le timon F, placé à l'arrière de la machine, sert, conjointement avec l'appareil B, à diriger la marche du système; en outre, on y attelle des chevaux lorsqu'il s'agit de remonter la charrue sur une nouvelle ligne de drains à poser.

Le coutre HH consiste en une lame de fer verticale, dont le dos a la forme d'une crémaillère; il porte à sa partie inférieure un soc cylindro-conique I, à l'arrière duquel s'accroche la corde porte-tuyaux J. Le coutre vertical tranche le sol, et le soc ouvre par pression le canal souterrain *a*, dans lequel la corde déposera les tuyaux. A l'extrémité de la corde JJ se trouve un crochet qui sert à l'enfilage des tuyaux, et qui fait à peu près l'effet du passe-lacet employé par les couturières. Les tuyaux ont $0^m.045$ de diamètre intérieur et $0^m.070$ de diamètre extérieur; ils doivent être de bonne qualité; tous ceux de qualité inférieure se cassent, et il peut y avoir là un déficit important. Chaque chapelet porte une cinquantaine de tuyaux; lorsque l'un est presque entièrement descendu dans le sol, on lui en attache un autre par un crochet qui se ferme sur le crochet terminal dont nous venons de parler, de telle sorte que les tuyaux recouvrent cette jonction. La corde a un diamètre à peu près égal au diamètre intérieur des tuyaux.

Lorsqu'il s'agit de descendre ou de remonter le coutre, on fait mouvoir la manivelle L, qui fait tourner le pignon d'angle M et par suite la roue d'angle N. Sur l'axe de cette roue se trouve une vis sans fin O; cette vis commande la roue P, sur laquelle est monté un pignon; celui-ci engrène avec les dents de la crémaillère qui constitue le dos du

coutre. On conçoit qu'on peut ainsi arriver jusqu'à une profondeur de plus de 2 mètres, puisque le coutre a 2m.25 de hauteur.

La traction qui se communique sur le chapelet presse les tuyaux les uns sur les autres. Un ouvrier, qui guide le chapelet, doit avoir soin de briser immédiatement les tuyaux qui sont fendus ou écornés par suite de la forte pression qu'ils supportent. Un autre ouvrier attache un second chapelet à la suite du premier, lorsque l'introduction de celui-ci est presque complète, sans que pour cela la marche de la charrue soit interrompue. On place ainsi, dans l'intervalle qui existe entre deux trous, une série de 3 à 4 chapelets de 40 à 50 tuyaux chacun, ou en tout 120 à 200 tuyaux, l'intervalle étant de 40 à 60 mètres.

Au moment où la charrue arrive au second trou, on donne un signal pour faire arrêter la machine ; on décroche l'extrémité de la corde des tuyaux déjà placés, on attache le premier des chapelets préparés pour le deuxième intervalle, et on donne immédiatement le signal de marche.

Les cordes restent, comme on voit, dans les files de tuyaux de chaque intervalle. Pour les retirer, on attelle un cheval à une extrémité, et on place en tête du drain la fourche en fer représentée par la figure 442. Les dents de cette fourche, étant à moitié enfoncées en terre, laissent passer entre elles la corde tirée par le cheval, mais arrête les tuyaux, qui ont un diamètre plus grand que leur écartement. Un ouvrier doit maintenir solidement le manche de la fourche pendant cette opération.

Lorsque la charrue est arrivée au bout de la ligne où elle a posé les tuyaux, on la mène par les chevaux à l'extrémité de la ligne suivante, et on fait avancer le moteur à la tête de cette nouvelle ligne.

Voyons maintenant comment fonctionne ce moteur. Il est représenté par la figure 443.

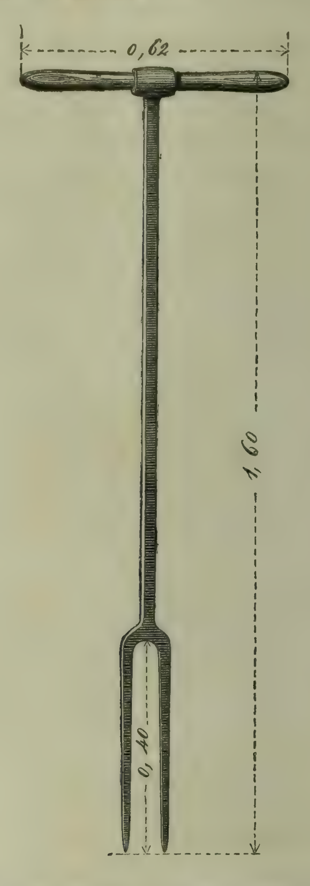


Fig. 442. — Fourche pour retenir les tuyaux pendant l'extraction de la corde, dans le système de M. Fowler.

La chaudière A, qui fournit la vapeur, est placée sur un

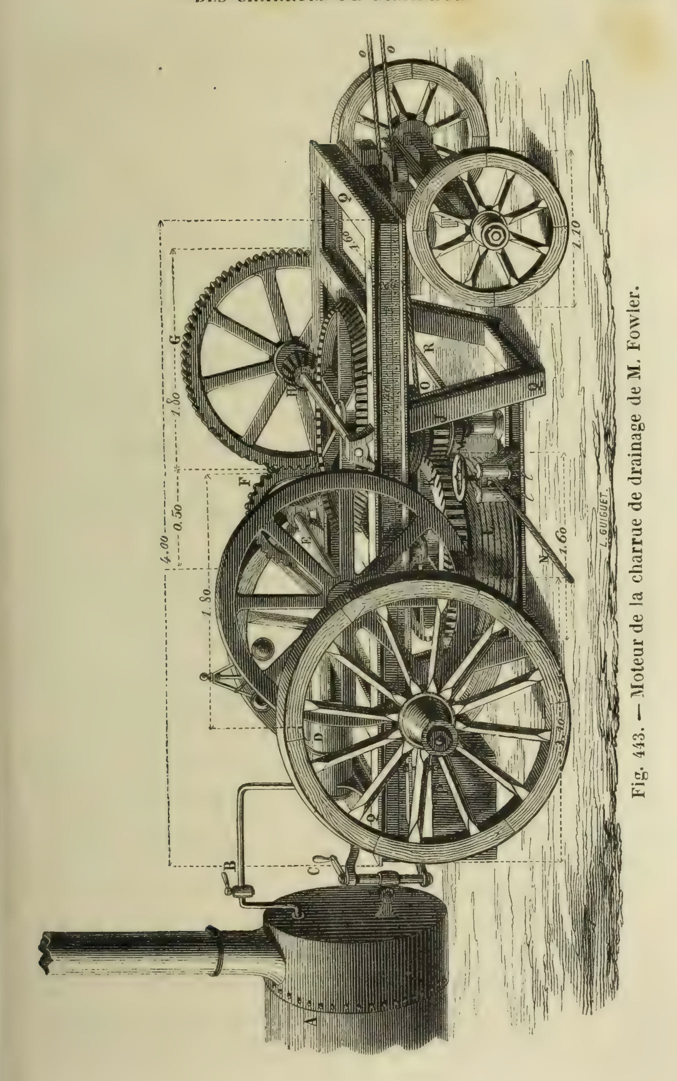


Fig. 443. — Moteur de la charrue de drainage de M. Fowler.

train distinct de celui sur lequel est monté l'appareil de traction. La vapeur se communique de l'un à l'autre par un tuyau et un robinet de mise en marche B. Une petite manivelle C sert à élever ou à abaisser le générateur, au moyen d'une vis de rappel passant dans une douille fixée à la machine, et d'un support à fourche attaché au bâti du moteur. La vapeur se rend dans le cylindre D, dont le piston est muni, comme à l'ordinaire, d'une bielle qui transforme son mouvement rectiligne alternatif en un mouvement circulaire continu pour l'arbre coudé E.

Tout l'appareil est supporté sur un bâti en tôle à cornières O, monté lui-même sur quatre roues très-fortes, et au-dessous duquel est placé un petit réservoir P pour mettre l'eau destinée à l'alimentation de la chaudière. Les deux roues de devant sont placées sur un train mobile, pour faciliter les manœuvres lorsqu'on transporte la machine.

Supposons le moteur disposé pour faire marcher la charrue le long d'une ligne de drains. Il est amarré à l'arrière par des cordes attachées à une ancre placée dans un trou pratiqué dans le sol, afin de faire contre-poids à l'effort de traction qui sera exercé sur le câble N.

Sur l'arbre coudé E est monté un grand pignon F qui fait tourner la roue G. Sur l'axe de cette roue se trouve placé le petit pignon d'angle H, qui entraîne la grande roue d'angle horizontale I. L'arbre de cette roue est concentrique avec le fort pignon S qui engrène avec les dents d'une roue K fixée sur le tambour L du treuil. C'est autour de ce tambour que s'enroule le câble N, guidé par les deux cylindres verticaux *l l*, entre lesquels il passe à frottement doux. Un ouvrier manœuvre un volant M, dont l'axe est muni d'une vis de rappel, afin d'abaisser ou de relever le câble, et de faire en sorte que les spires tracées le

long du tambour soient bien juxtaposées et sans entre-croisement nuisible à la régularité de la traction.

Une fois le câble N complétement enroulé, on le déroule facilement par des chevaux, le tambour étant débrayé. On attache à ce câble un autre câble, dont la longueur fait le complément variable de la longueur de la ligne de drains à poser.

Lorsqu'une ligne est terminée, il faut, avons-nous dit, amener le moteur en tête de la suivante. Le moteur se transporte de lui-même en s'amarrant à une ancre placée dans le prolongement de l'axe longitudinal du bâti. Pour cela, il suffit de débrayer le pignon J de la grande roue K, au moyen du levier A qu'on aperçoit en partie sur le dessin, ce qui fait embrayer au-dessus le petit tambour O avec l'arbre de la grande roue I. Aussitôt le grand treuil dont nous nous sommes occupé jusqu'à ce moment cesse de tourner, tandis que le petit treuil O, qui était précédemment fixe, tourne à son tour en forçant les petits câbles *oo* à s'enrouler; et par conséquent, puisque ces câbles sont attachés à leurs extrémités sur un ancre, l'appareil est obligé de se traîner pour venir prendre sa nouvelle place, où on l'amarre d'ailleurs transversalement.

Cette partie de l'opération présente des difficultés qui doivent être assez grandes dans les terrains mous et argileux. Dans les expériences faites à Trianon devant le jury, on avait cru pouvoir s'amarrer à un arbre ; cet arbre a été abattu pendant le mouvement de déplacement de l'appareil. On nous a dit qu'on ferait disparaître cet inconvénient en plaçant devant l'appareil une certaine longueur de rails portés sur longrines, et qu'on disposerait dans la direction du déplacement à donner aux roues.

La force de la machine est annoncée être de 12 chevaux-vapeur; la consommation de charbon par jour est

dite être de 400 kilogrammes; enfin, la traction sur le grand câble est déclarée en moyenne de 8,000 kilogrammes. Nous avons compté 87 tours de la manivelle par minute dans les expériences faites à Trianon, la pression de la vapeur étant de 4 atmosphères. La chaudière pèse 4,000 kil., la machine motrice 8,000; c'est donc 12,000 kil. à conduire dans un champ et à déplacer par la traction exercée sur le petit câble, poids très-considérable dans les terrains mous et humides.

Dans les expériences faites à Trianon, l'ensemble des opérations exécutées devant le jury exigeait 15 hommes et 3 chevaux. Les lignes de drains mesurées avaient 245 mètres de longueur ainsi disposés :

	mètres.
Machine	0.00
De la machine au 1er trou	5.00
1er trou	1.50
Du 1er trou au 2e	40.00
2e trou	1.50
Du 2e trou au 3e	47.00
3e trou	1.50
Du 3e trou au 4e	48.00
4e trou	1.00
Du 4e trou au 5e	48.00
5e trou	1.50
Du 5e trou au 6e	48.00
6e trou	1.50
Longueur totale	245.00

La pose d'une ligne se faisait au moment de notre arrivée ; les trous de la ligne suivante avaient été creusés, et l'ancre qui devait servir à amarrer la machine en tête de cette ligne était placée.

Les 3 chevaux ont été employés à dérouler et à remonter le câble jusqu'en haut de la ligne qu'on devait exécuter devant le jury; une charrue de rechange était déjà pla-

cée dans le 6e trou, par où on devait commencer. On fit en outre avancer le moteur en face de la ligne nouvelle. Dix minutes furent consacrées à toutes ces opérations. Une expérience directe nous a montré plus tard qu'il aurait fallu 5 minutes pour la descente du coutre dans le premier trou.

Pour aller du 6e trou au 5e, on employa 8 minutes.

5 minutes furent nécessaires pour décrocher la première série de chapelets de tuyaux et accrocher une seconde série.

Pour aller du 5e trou au 4e, il fallut 8 minutes; mais il y eut une minute d'arrêt à cause de la rencontre d'une forte racine d'arbre qui fit monter le coutre d'environ $0^m.15$.

On resta 7 minutes sur le 4e trou pour décrocher la série des chapelets de tuyaux et pour dérouler le câble de traction, en même temps qu'on enlevait une rallonge devenue inutile.

Pour aller du 4e trou au 3e on employa encore 7 minutes.

On resta 12 minutes sur le 3e trou. Les chevaux furent employés à amener des chapelets de tuyaux qui n'avaient pu être apportés à cet endroit à l'avance.

Pour aller du 3e trou au 2e, il fallut 11 minutes. Il est vrai qu'on traversa une espèce de banc pierreux non visible de la surface, mais qu'une fouille nous a fait reconnaître plus tard. Pendant la traversée de ce banc, on voit la charrue se relever fortement, et le sol arraché monter jusqu'aux tirants en fer de la charrue.

On est resté 5 minutes sur le 2e trou. Puis, lorsque la charrue était en route pour faire la pose entre le 2e et le 1er trou, M. Fowler nous a déclaré ne pouvoir franchir un banc rocheux qui avait renversé la charrue pendant la

pose des tuyaux dans la ligne précédante. L'opération s'est donc trouvée arrêtée.

Le jury a fait relever des tuyaux en deux endroits; ils étaient très-bien juxtaposés, mais ils se trouvaient dans une cavité beaucoup plus grande qu'eux, cavité à section ovale ayant $0^m.13$ de hauteur, et $0^m.11$ de plus grand diamètre horizontal. On se rappellera que les tuyaux avaient $0^m.07$ de diamètre extérieur. La profondeur de la pose était de $1^m.20$.

En résumé, il a fallu 58 minutes pour poser 197 mètres du 6e trou au 2e; ce résultat correspond à 5 heures pour poser 1,000 mètres. Mais, en outre, il faut, d'après ce que nous avons vu, 15 minutes pour chaque 200 mètres, afin de remonter la charrue et de déplacer le moteur pour aller d'une ligne à l'autre. Cela donne un premier total de 6^h15^m. Mais il faut faire attention que les trous étaient creusés à l'avance, et que les raccords restaient à faire. On ne peut donc pas estimer, quand on songe en outre au transport et à l'installation de pareils engins, le travail possible à plus de 1,000 mètres, faits en une journée complète, avec 15 hommes, 3 chevaux et une chaudière à vapeur consommant 400 kilogr. de charbon.

Telle est l'expérience qui a été faite devant nous; elle suffit pour donner au lecteur des éléments complets d'appréciation. Nous discuterons les prix de revient dans le livre de notre ouvrage consacré aux questions financières que soulève le drainage.

Nous croyons pouvoir conclure, des longs détails dans lesquels nous sommes entré, que la question de drainage mécanique n'est pas résolue, et qu'il est probable même qu'elle ne peut pas l'être d'une manière générale. Il s'agit d'une opération à faire une fois, très-souvent sur des parcelles de terre d'une petite ou d'une médiocre éten-

due. Une compagnie très-riche, se proposant de travailler sur une vaste échelle, pourrait seule faire l'acquisition d'engins lourds et encombrants dont l'utilité passagère ne payerait que difficilement le haut prix d'achat; il est douteux que cette compagnie pût trouver de réels avantages dans une telle entreprise. Le drainage nous paraît devoir toujours être une opération essentiellement manuelle, ou ne pouvant employer que des appareils d'un prix peu élevé et d'une construction peu compliquée. Dans tous les cas, jusqu'à présent, le travail fait à la main ne peut être remplacé par des moyens plus rapides que pour l'ouverture des tranchées et pour leur remplissage. En outre, pour ces deux opérations, ce ne sont pas des instruments nouveaux et particuliers qu'il faut : c'est une charrue profonde ou une charrue rigoleuse pour l'ouverture, c'est un simple araire pour le remplissage ; ces deux instruments seuls ont rendu des services dans les travaux faits actuellement. Nous avons dit que M. Dufour, aux Corbins (Seine-et-Marne), avait ouvert un grand nombre de drains à l'aide de la charrue. Madame Claire Gossin, à la Tour Andry (Ardennes), les remplit par l'araire. Pour cela, après le premier remplissage nécessaire pour protéger les tuyaux comme nous l'avons dit et pour assurer leur solidité, on fait passer un araire, attelé de loin au moyen d'une chaîne qui permet aux chevaux de marcher à gauche des déblais qui doivent être culbutés dans les fossés. Par une corde attachée à l'extrémité antérieure de l'araire, un homme marchant à droite contre-balance, en tirant dessus, la force de l'attelage, qui entraînerait l'instrument trop à gauche, et aide à le maintenir sur le bord même de la rigole. Après deux tours faits de cette manière, ce secours devient inutile; il se trouve alors la place nécessaire pour que le cheval placé hors main chemine sans être exposé à perdre

pied le long de la tranchée à moitié remplie et qui finit par se combler de la façon la plus facile.

Peut-être y aura-t-il lieu de rechercher si le piochage des tranchées ne pourrait pas être fait très-souvent mécaniquement, le pelletage restant seul à opérer par les ouvriers, qui auraient ensuite à régulariser les pentes et à faire la pose et le premier remplissage. C'est ce que de nouvelles tentatives de divers inventeurs nous apprendront. Nous n'avons pas voulu, dans les appréciations qui précèdent, décourager les novateurs, mais seulement signaler les difficultés à vaincre.

LIVRE VI

STATISTIQUE DU DRAINAGE

CHAPITRE PREMIER

Introduction

Une description bien faite des procédés d'exécution de drainage est, à la rigueur, suffisante pour qu'un agriculteur ayant une instruction ordinaire, et doué d'une volonté capable de surmonter les obstacles imprévus que présentent les diverses circonstances locales, puisse faire faire tous les travaux nécessaires à un bon assainissement. Cependant il est souvent difficile de se procurer des ouvriers connaissant déjà la pratique des opérations dont on les chargera, et qui n'auront pas besoin d'un apprentissage complet. Lors même que le drainage sera assez répandu partout pour que les ouvriers habiles dans cet art ne soient pas rares, il restera encore beaucoup à apprendre dans l'examen des faits déjà observés. Une bonne statistique du drainage n'est donc pas une simple affaire de curiosité passagère, destinée à fixer le degré du plus ou moins grand avancement d'un pays dans cette amélioration foncière; elle doit servir d'enseignement permanent aux nouveaux et aux anciens draineurs. C'est en allant étudier sur place les faits, tels qu'ils se sont réellement produits, qu'on fera faire de nouveaux progrès à la théorie et à la pratique du drainage. Un état des terres drainées doit donc

ndiquer les lieux où des leçons et des exemples peuvent être pris, où des études peuvent être entreprises; ce ne doit pas être un simple tableau de chiffres abstraits.

A côté de la statistique purement numérique nous entendons aussi que doit prendre place une sorte de statistique intellectuelle. Quels ont été les progrès de l'art? quelles inventions, quelles découvertes a-t-il suscitées? La statistique doit intervenir ici pour fournir à l'histoire des dates et des documents d'appréciation. Aussi allons-nous donner un tableau de tous les brevets d'invention pris en Angleterre et en France sur les diverses questions relatives à l'assainissement du sol. Un chapitre consacré à la bibliographie du drainage, en rapportant les titres des ouvrages, des écrits en grand nombre que l'art nouveau a fait éclore, permettra au lecteur de rectifier au besoin les erreurs que nous aurions pu commettre; il pourra se reporter aux travaux originaux pour tous les points où notre exposition aurait laissé, malgré nous, quelque doute ou quelque obscurité.

Les gouvernements ont tous successivement compris que, le drainage étant une opération de grande utilité publique, en même temps que de grand avantage individuel, il y avait lieu pour eux d'intervenir, afin d'exciter son application sur une grande échelle. Les mesures adoptées dans les divers pays méritent d'être rapprochées et examinées.

En même temps que la statistique fixera l'état du drainage dans le passé et dans le présent, il est utile de prévoir les amériorations que l'avenir réserve à l'art du draineur. C'est particulièrement dans les expositions et les Concours ouverts, soit par les gouvernements, soit par les Sociétés d'agriculture ou Comices, que les modifications dans les méthodes, dans les appareils, se font connaître,

Nous traiterons donc la question de l'organisation de ces Concours au point de vue du drainage, et nous consacrerons un chapitre particulier à la description des choses nouvelles que le Concours universel de Paris en 1856 a mises en lumière, et qui n'ont pu trouver place dans les chapitres de notre ouvrage déjà composés à l'époque de ce Concours; ce chapitre restera en quelque sorte ouvert pour les découvertes à venir.

Nous avons fait un premier essai de statistique du drainage dans l'édition précédente de cet ouvrage, parue en avril 1854. Tout en rappelant les résultats que nous avions pu recueillir alors, nous offrons ici au lecteur un travail tout nouveau. Nous avons mis à profit les renseignements généraux sur la situation générale du drâinage en France, au 31 décembre 1855, que vient de publier M. Boulard-Moreau, maire de Fontenoy (Yonne). Nous devons aussi citer la coopération active et intelligente que nous ont donnée M. Charles Barbier, ingénieur draineur, et M. Frentz de Guaita, dont les connaissances approfondies en agriculture et dans les langues étrangères nous ont permis de résumer un grand nombre de documents d'une haute importance. Enfin, nous devons de vifs remercîments aux nombreux agriculteurs qui, sur l'appel que nous leur avons adressé dans le *Journal d'Agriculture pratique*, ont bien voulu nous envoyer des notes précises sur les faits observés autour d'eux. Bien souvent nous devrons nous borner à les laisser parler : c'est une sorte d'enquête que nous avons ouverte; il est de notre devoir d'enregistrer les dépositions des témoins; il y a en outre intérêt pour la science à recueillir des faits si bien appréciés.

CHAPITRE II

Brevets d'invention relatifs au drainage

Nous avons dit que nous placerions sous les yeux du lecteur un tableau complet de tous les brevets d'invention qui, soit en Angleterre, soit en France, se rapportent au drainage. Nous commencerons par l'Angleterre, qui a droit d'aînesse dans la question.

1° *Angleterre.*

La question de la fabrication des tuiles et des tuyaux occupe la plus grande place dans les inventions anglaises relatives au drainage. Nous avons cru ne devoir négliger aucun des titres des brevets relatifs à ce point important, quoiqu'il ne nous soit pas bien démontré que leurs auteurs aient eu toujours en vue l'idée de l'assainissement du sol, et que quelques-uns n'aient pas voulu simplement fournir des moyens de conduire plus ou moins loin des eaux destinées à alimenter des habitations ou des réservoirs. Quoi qu'il en soit, voici sur ce sujet la liste complète des brevets anglais; on devra remarquer que le plus ancien remonte aux premières années du dix-septième siècle.

1. — 12 janvier 1619. — John Etherington. — Machine destinée à fabriquer et à mouler en argile toutes sortes de tuyaux pour conduire l'eau sous terre.

2. — 28 juin 1725. — William Edwards. — Fabrication de tuyaux en argile ou en terre, destinés à conduire l'eau sous le sol d'une place à une autre, et qui seront d'une grande utilité pour écouler les eaux de pluie des toits des maisons (et pour drainer les terres).

3. — 25 mars 1766. — Thomas Lindslee. — Composition pour

fabriquer des tuyaux pour la conduite des eaux, et d'autres objets en argile. Méthode pour les faire et les cuire de manière à les rendre aussi durs et aussi durables que la pierre.

4. — 7 mars 1807. — Élizabeth Bell. — Préparation et fabrication de pièces de poterie pour la construction des tuyaux de cheminée, de manière à ce que ces pièces soient plus capables de se bien joindre ensemble, et de rendre des services pour la conduite des eaux et des autres fluides; machine et appareil employés pour faire des tuyaux à drainer les terres.

5. — 26 janvier 1808. — William Stewart. — Fabrication de briques et de tuiles (tuiles à drainer).

6. — 30 avril 1808. — William Bell. — Fabrication de tuyaux ou de pompes pour la conduite de l'eau et des autres liquides.

7. — 22 mars 1810. — Johann-George Deyerlein. — Machine, principe ou méthode pour fabriquer des tubes, gouttières, conduits ou cylindres pour la conduite de l'eau, de la fumée, de la vapeur, et de toutes substances molles ou fluides.

8. — 8 octobre 1810. — Charles Francis; William Waters. — Méthode pour joindre les tuyaux (tuyaux de drainage).

9. — 7 août 1811. — Thomas Gilbert. — Instrument pour retirer les briques, tuiles, ornements, poteries, et autres pièces moulées, lorsque les moules sont remplis (tuiles à drainer).

10. — 20 février 1813. — Joseph Hamilton. — Construction et jointure de matériaux de construction, et fabrication de tuiles de drainage.

11. — 28 avril 1813. — Joseph Hamilton. — Améliorations et additions faites aux machines à fabriquer les briques, tuiles et poteries (tuiles de drainage).

12. — 18 avril 1814. — John Read. — Élévation et conduite de l'eau, de la vapeur, des gaz, ou de tout autre fluide, à l'aide de tuyaux de terre purifiée.

13. — 5 décembre 1817. — William Burk; Robert Harvey. — Mode de fabrication de tuyaux et de tubes de porcelaine, d'argile, et d'autres substances ductiles (pour drainer).

14. — 8 août 1825. — Samuel Bagshaw. — Fabrication de tuyaux pour la conduite de l'eau, des gaz et autres fluides.

15. — 18 août 1830. — Samuel Roscoe Bakewell. — Machines, appareils ou instruments destinés à la fabrication de briques, tuiles et autres objets d'argile ou de matériaux plastiques; une partie de cette machine est aussi applicable à d'autres usages (fabrication de tuiles de drainage).

16. — 13 avril 1832. — John-James Clark; John Nash. — Machine et procédé employés à la fabrication de tuiles, de briques,

et d'autres objets formés de matériaux plastiques, en partie applicables à d'autres usages (fabrication de tuiles à drainer).

17. — 25 mai 1833. — Robert Beart. — Fabrication et production de tuiles pour drainer la terre et les bâtiments, et pour d'autres usages (1).

18. — 17 juin 1837. — Richard Roe. — Machine ou appareil pour fabriquer les briques, les tuiles et autres objets en terre (tuiles à drain).

19. — 1er août 1838. — George Marquess. — Procédé pour faire des semelles de tuiles à drainer, tuiles, tuiles plates et briques.

20. — 7 décembre 1841. — William Irvine. — Fabrication de tuiles et de briques (tuiles de drainage) (2).

21. — 3 décembre 1842. — John Sealy. — Tuile améliorée (pour drainer).

22. — 20 janvier 1844. — William Bashford. — Mode de fabrication de briques, tuiles, dalles, et d'autres articles faits ou composés d'argile de potier; mode de cuisson de ces objets et d'autres articles de poterie de terre (fabrication de tuiles à drainer).

23. — 30 mars 1844. — ..... — Fabrication de tuiles, de tuyaux ou tubes de drainage et de briques.

24. — 18 avril 1844. — John Bailey Denton. — Machine à mouler l'argile et d'autres corps plastiques dans diverses formes pour drainer et pour d'autres usages.

25. — 23 mai 1844. — Richard Wilson. — Fabrication de tuiles de drainage.

26. — 30 juillet 1844. — William Ford. — Fabrication de tuyaux pour drainer la terre et pour d'autres usages; tuiles à drainer (3).

27. — 29 août 1844. — James Smith; William Gairdner Jolly. — Formes de tuiles de drainage; instrument pour les fabriquer; mode de fabrication.

28. — 26 septembre 1844. — Edwin Edward Cassell. — Matières ou combinaison de matières qui peuvent servir à faire des tuyaux, et la plupart des autres objets auxquels le fer et le bois sont applicables (pour drainer).

29. — 18 janvier 1845. — John Ainslie. — Appareils et arrangements pour la fabrication de tuiles et d'autres objets semblables en argile ou en autres matières plastiques (tuiles à drainer) (4).

30. — 27 mars 1845. — Richard Weller. — Fabrication de tuiles et tuyaux de drainage, et autres.

(1) Voir liv. IV, chap. XXXII, t. I, p. 217.
(2) Voir liv. IV, chap. XXXIII, t. I, p. 218.
(3) Voir liv. IV, chap. XXXI, t. I, p. 216.
(4) Voir liv. IV, chap. XIX, t. I, p. 180.

31. — 22 avril 1845. — Freeman Roe. — Fabrication de tuyaux pour la conduite des eaux et autres fluides (tubes en verre propres au drainage).

32. — 2 octobre 1845. — Alfred Hall. — Machine ou appareil pour fabriquer, mouler ou manufacturer les briques, tuiles, etc., en terre ou autres matières plastiques (tuiles de drainage).

33. — 15 janvier 1846. — William Benson. — Machine pour la fabrication de tuiles et d'autres substances plastiques (pour drainer).

34. — 2 juin 1846. — William Carter Stafford Percy. — Fabrication de briques, tuiles, pots de cheminée, et d'autres articles semblables (tuiles de drainage).

35. — 6 juillet 1846. — Frédéric Ransomes; John Crabb Blair Wareen. — Fabrication de tuiles, tuyaux et autres objets faits de matériaux plastiques; préparation de ces matériaux (fabrication de tuyaux de drainage).

36. — 18 novembre 1847. — Thomas Martin. — Fabrication de tuiles et de tuyaux et d'autres objets, à l'aide de matériaux plastiques.

37. — 8 mars 1848. — Francis Whishaw. — Fabrication de tuyaux de terre, de poterie et de verre ; application et arrangement de ces tuyaux (pour drainer).

38. — 10 avril 1848. — Thomas Spencer. — Machine ou appareil pour fabriquer les tuyaux ou tubes avec de la terre et d'autres matières plastiques (pour drainer).

39. — 30 juin 1848. — Joseph Skertchly. — Briques et autres objets semblables (et aussi tuiles de drainage).

40. — 28 février 1849. — Charles Jacob. — Fabrication de tubes ou tuyaux (pour drainer).

41. — 3 mai 1849. — Thomas Whaley; Richard Ashton Lightoller. — Machine ou appareil pour fabriquer les briques et les tuiles avec de l'argile et d'autres matières plastiques (tuiles de drainage).

42. — 7 juin 1849. — Bennet Alfred Burton. — Fabrication de tuyaux, tuiles, briques et autres objets avec des matières plastiques (tuiles et tuyaux de drainage) (1).

43. — 27 juin 1849. — William Wilson junior. — Moyen de couper les tuyaux ou les tuiles faits de matières plastiques (tuiles de drainage).

44. — 15 décembre 1849. — Henry Roberts. — Fabrication de briques et de tuiles (tuiles de drainage).

(1) Voir liv. IV, chap. LXV, t. I, p. 290.

45. — 27 avril 1850. — William Gilbert Elliott. — Fabrication de briques, de tuiles et de tuyaux et d'autres objets avec des matières plastiques (tuiles de drainage).

46. — 17 octobre 1850. — John Fowler junior. — Machine propre à couper le bois pour faire des tuyaux de drainage et pour d'autres usages.

47. — 30 novembre 1850. — John Ainslie. — Arrangements et appareils propres à la fabrication de briques, tuiles et d'autres objets faits d'argile et autres matières plastiques; une partie de ces arrangements et de ces appareils est propre au traitement et à la préparation des matières terreuses, minérales, animales et végétales (fabrication de tuiles de drainage).

48. — 3 juin 1851. — William Bridges Adams. — Construction de routes pour le passage des voyageurs, des matériaux et des marchandises, des locomotives et des voitures, en partie applicable à d'autres usages semblables (application de poutres et de rails creux pour servir de tuyaux de drainage).

49. — 9 octobre 1851. — Joseph Pimlott Oates. — Machine propre à la fabrication des briques, tuiles, dalles, tuyaux de drainage, et d'autres objets faits ou pouvant être faits d'argile et autres substances plastiques (tuyaux de drainage).

50. — 23 octobre 1851. — Henry Adcock. — Fabrication de tuyaux, pots de cheminée et de vases creux ; de briques, tuiles, chapiteaux, colonnes et autres objets employés à la construction des bâtiments et autres (tuyaux de drainage).

51. — 6 avril 1852. — Joseph Pimlott Oates. — Machine propre à fabriquer les tuyaux de drainage et autres objets d'argile ou d'autres corps plastiques.

52. — 1er octobre 1852. — James Hodgson. — Perfectionnement dans les machines à drainer la terre.

53. — 1er octobre 1852. — John Fordham Stanford. — Machine et appareil perfectionnés pour fabriquer les briques, tuiles et autres matériaux de construction, et appelés pour cette cause le parfait faiseur de briques.

54. — 1er octobre 1852. — Edward Wilkins. — Perfectionnement dans la distribution et l'application de l'eau ou des engrais liquides pour activer la végétation.

55. — 1er octobre 1852. — Charles John Carr. — Perfectionnement dans les machines à fabriquer les tuiles et autres objets semblables.

56. — 1er octobre 1852. — Richard Atkinson Peacock. — Perfectionnement dans la construction des conduits couverts pour les égouts et pour le drainage.

57. — 2 octobre 1852. — David Stephens Brown. — Manière d'obtenir des produits utiles des égouts.

58. — 5 octobre 1852. — William-Edward Newton. — Perfectionnement dans les instruments à percer ou couper le roc et autres corps durs, pour pratiquer des tunnels sous les montagnes ou autres excavations.

59. — 5 octobre 1852. — William Gilbert Elliott. — Perfectionnement dans la fabrication des briques, tuyaux, tuiles et autres objets capables d'être moulés.

60. — 6 octobre 1852. — William-Armand Gilbee. — Moyen perfectionné de désinfecter les substances putréfiées et matières fécales; de convertir ces dernières en engrais; applicable à la désinfection des fosses d'aisance, égouts, drains, etc.

61. — 8 octobre 1852. — George Ennis. — Perfectionnements dans les machines à draguer.

62. — 11 octobre 1852. — Robert Cochran. — Perfectionnement dans les fours à cuire l'argile, etc.

63. — 12 octobre 1852. — Samuel Parkes. — Perfectionnements dans les mines, constructions et égouts, pour l'assainissement de ces lieux, et dans le traitement des matières qui en proviennent.

64. — 15 octobre 1852. — Henry Moseley. — Machine mue par la pression d'un fluide, soit pour déplacer un fluide, soit pour le mesurer.

65. — 21 octobre 1852. — John Fowler. — Perfectionnement dans les machines à drainer la terre (1).

66. — 30 octobre 1852. — Thomas Sanders Bale; Frédéric-George Sanders. — Perfectionnement dans les machines à piler et à pétrir l'argile et autres substances plastiques.

67. — 30 octobre 1852. — George-Thomas Selby. — Perfectionnement dans les machines à fabriquer les tubes et tuyaux.

68. — 5 novembre 1852. — George Fife. — Perfectionnement dans les instruments à jauger l'eau et la vapeur.

69. — 6 novembre 1852. — Benjamin Baillie. — Perfectionnement des appareils à mesurer l'écoulement des fluides.

70. — 12 novembre 1852. — John-Henry Johnson. — Perfectionnement dans le mesurage et l'enregistrement (*registering*) de l'écoulement des fluides.

71. — 15 novembre 1852. — Thomas Taylor. — Perfectionnement dans le jaugeage de l'eau et des autres fluides, propre aussi à obtenir une force motrice.

72. — 15 novembre 1852. — Abraham Rogers. — Perfection-

(1) Voir liv. V, chap. XXX, t. II, p. 343 et suiv.

nements dans les appareils employés à construire des égouts, tunnels et souterrains.

73. — 23 novembre 1852. — James Armitage ; Charles Thaxter. — Perfectionnements dans les moules à mouler les substances plastiques.

74. — 26 novembre 1852. — Auguste-Edward Loradoux Bellford. — Perfectionnements dans la fabrication des briques.

75. — 27 novembre 1852. — William-Edward Schottlander. — Perfectionnements dans les instruments à creuser la terre, la pierre ou le roc, pour former des drains ou des égouts, ou pour placer des tuyaux sous terre, ou pour détruire les obstructions qui s'y trouvent ; dans la fabrication des tuyaux à employer avec ces machines, et des instruments nécessaires aux études préparatoires de nivellement.

76. — 30 novembre 1852. — John Brannis Birch ; Eugenius Birch. — Perfectionnements dans la formation des drains et le posage des tuyaux ou tubes sous terre.

77. — 4 décembre 1852. — Joseph Cliff. — Perfectionnement dans la manière de faire et de comprimer les briques, blocs, tuiles, dalles, etc.

78. — 11 décembre 1852. — Stephen Green. — Perfectionnement dans la manière de joindre les tuyaux ou tubes en terre.

79. — 11 décembre 1852. — Charles Ritchie. — Perfectionnement dans les appareils à mesurer les fluides.

80. — 13 décembre 1852. — Joseph Hamblet ; William Dean. — Perfectionnement dans la fabrication des briques.

81. — 13 décembre 1852. — Henry Clayton. — Perfectionnemen dans la fabrication des briques.

82. — 14 décembre 1852. — Josiah-George Jennings. — Perfectionnements dans la construction des drains.

83. — 16 décembre 1851. — Richard Blades. — Perfectionnements dans la manière de nettoyer les égouts et les drains, et dans les machines et appareils qui servent à cet usage.

84. — 21 décembre 1852. — John Akrill. — Perfectionnement dans la fabrication des briques, tuiles et autres objets en argile.

85. — 23 décembre 1852. — James Davis. — Perfectionnement dans les machines à fabriquer les briques et les tuiles.

86. — 30 décembre 1852. — James Ward ; William Burman. — Perfectionnement dans les machines à fabriquer les briques et les tuiles.

87. — 5 janvier 1853. — William Bardwell. — Perfectionnement dans le traitement des eaux d'égouts et autres analogues.

88. — 13 janvier 1853. — Edward Wills Uren. — Fabrication

de briques, tuyaux, tuiles, imitation de pierres, et briques de tourbe pour brûler, au moyen d'une machine et d'arrangements mécaniques appelés motion centrale, circulaire et horizontale.

89. — 17 janvier 1853. — Thomas Potts; James Septimus Cockings. — Perfectionnements dans la fabrication des tubes et dans leur application à certains usages.

90. — 21 janvier 1853. — William-Joseph Curtis. — Moyens de creuser ou de piocher la terre et de l'enlever.

91. — 22 janvier 1853. — Joseph Paul. — Perfectionnements dans les machines à creuser des drains dans la terre.

92. — 2 février 1853. — William Gregory. — Perfectionnement dans la fabrication des briques et des tuiles.

93. — 9 février 1853. — William-Edward Newton. — Perfectionnements dans les machines ou appareils à creuser ou enlever la terre.

94. — 15 février 1853. — William Blissett Whitton; George-Samuel Whitton. — Perfectionnements dans la construction des tuyaux pour égouts, etc.

95. — 16 février 1853. — George Gray Mackay. — Perfectionnements dans la fabrication des tuyaux de drainage.

96. — 22 février 1853. — James Hudson; Thomas Bamford Hudson. — Perfectionnements dans la fabrication des briques, tuiles, tuyaux de drainage et tubes.

97. — 5 mars 1853. — Richard Archibald Brooman. — Perfectionnements dans les machines à fabriquer les tubes et tuyaux.

98. — 8 mars 1853. — Alexander Samuelson. — Perfectionnement dans la fabrication des briques et des tuiles.

99. — 15 mars 1853. — Jhornton John Herapath. — Perfectionnements dans le traitement des eaux d'égouts et la fabrication d'engrais avec les substances que l'on en retire.

100. — 16 mars 1853. — George Knight; John Heritage. — Perfectionnements dans le séchage des briques et des autres objets d'argile.

101. — 31 mars 1853. — George Hanson; David Chadwick. — Perfectionnements dans les appareils à jauger l'eau, les gaz, etc.; perfectionnements qui les rendent aptes à fournir une force motrice.

102. — 11 avril 1853. — William Muir Campbell. — Perfectionnements dans les fours à cuire l'argile.

103. — 20 avril 1853. — Samuel Weisht. — Perfectionnements dans la manière de ventiler les mines, égouts, drains, navires, constructions, etc.

104. — 21 avril 1853. — William Robjohn. — Jauge perfectionnée pour mesurer et indiquer le volume des liquides.

105. — 11 mai 1853. — Edmund Whitaker; James Walsmsley. — Perfectionnements dans la fabrication des briques, tuiles, tuyaux et dalles avec de l'argile.

106. — 16 mai 1853. — William Littell Tizzard. — Perfectionnements dans les machines à draguer.

107. — 18 mai 1853. — John Barsham. — Perfectionnement dans le séchage des briques, de la tourbe, etc.

108. — 20 mai 1853. — Thomas-Isaac Dimsdale. — Perfectionnement dans les moyens de désinfection des eaux d'égouts ou autres matières fétides, et d'absorption des exhalaisons gazeuses nuisibles.

109. — 23 mai 1853. — John-Henry Johnson. — Perfectionnements dans la jonction des tuyaux, etc.

110. — 31 mai 1853. — William-Frederic Shoebridge. — Perfectionnements dans la fabrication des tuyaux de drainage.

111. — 1er juin 1853. — Amiral comte de Dundonald. — Perfectionnements dans le posage et la jonction des tuyaux sous terre.

112. — 3 juin 1853. — James Spotswood Wilson. — Machine ou appareil à creuser et à élever la terre, applicable aux usages culturaux et industriels.

113. — 4 juin 1853. — Edward Blackett Beaumont. — Perfectionnements dans les briques et les tuiles.

114. — 4 juin 1853. — John Whitehead. — Perfectionnement dans la fabrication des tuyaux ou d'autres objets creux avec des substances plastiques (1).

115. — 10 juin 1853. — Samuel Frankham. — Perfectionnement dans la construction des jointures des tuyaux, vaisseaux de capacité, etc.

116. — 17 juin 1853. — Auguste-Édouard Loradoux Bellford. — Four perfectionné.

117. — 20 juin 1853. — William Edward Newton. — Machine perfectionnée pour percer le roc et autres corps durs.

118. — 20 juin 1853. — Allan Macpherson. — Perfectionnement dans la manière de désinfecter les égouts et autres drains, et d'en convertir les produits en substances utiles.

119. — 1er juillet 1853. — Richard Bradley; William Craver. — Perfectionnements dans le moulage et la compression de l'argile pour la fabrication des briques, tuiles et autres objets d'argile.

120. — 9 juillet 1853. — Mark Sprott; Robert Denholn. — Perfectionnements dans la fabrication des tuyaux ou autres objets creux avec des substances plastiques.

(1) Voir liv. IV, chap. XLIII, t. I, p. 251.

121. — 12 juillet 1853. — Martin Samuelson. — Perfectionnement dans la fabrication des briques et autres objets avec des substances plastiques.

122. — 14 juillet 1853. — Benjamin Looker junior. — Perfectionnement dans la fabrication des briques.

123. — 15 juillet 1853. — Henri-Joseph d'Huart. — Perfectionnements dans la fabrication des poteries.

124. — 15 juillet 1853. — William-Edward Newton. — Perfectionnements dans les machines ou appareils à creuser et à enlever la terre.

125. — 1er août 1853. — Charles May. — Perfectionnement dans la fabrication des briques.

126. — 3 août 1853. — Charles-Frederic Stansbury. — Perfectionnements dans les machines à travailler l'argile et à la presser et convertir en briques.

127. — 5 août 1853. — William Garforth; James Garforth. — Perfectionnement dans les machines ou appareils à fabriquer les briques.

128. — 5 août 1853. — Robert Hunt. — Tuiles perfectionnées, et méthode perfectionnée de les fabriquer.

129. — 9 août 1853. — Louis Hartog Bruck. — Perfectionnement dans la construction des tunnels, égouts, drains, tuyaux, tubes, conduits, pour des usages hydrauliques et pneumatiques.

130. — 17 août 1843. — John Heritage. — Perfectionnement dans la fabrication des briques, tuyaux, tuiles et autres objets pouvant se mouler en argile.

131. — 17 août 1853. — Thomas Grimsley. — Perfectionnement dans les machines propres à la fabrication des briques, tuiles, tuyaux et autres poteries.

132. — 24 août 1853. — Thomas Hill; Alexander Thompson. — Perfectionnements dans la fabrication des tuyaux et autres articles creux avec des substances plastiques.

133. — 25 août 1853. — Richard Archibald Brooman. — Machine à bêcher, creuser et briser la terre.

134. — 7 septembre 1853. — Weston Grimshaw; Ellis Rowland. — Perfectionnement dans la fabrication des briques.

135. — 7 septembre 1853. — Benjamin Hustwayte; Richard-John-Paul Gibson. — Compositions perfectionnées pour la fabrication des tuiles, briques et autres objets moulés.

136. — 8 septembre 1853. — James Gascoigne Lynde junior. — Appareil marchant seul pour régler le cours des eaux.

137. — 15 septembre 1853. — John Barsham. — Perfectionnement dans la fabrication des briques, tuiles et blocs.

138. — 16 septembre 1853. — Alexander Thompson; David Lockerbie. — Perfectionnement des fours à cuire les objets en argile.

139. — 22 septembre 1853. — Thomas West Walker. — Perfectionnement dans la fabrication des mannes en bois pour l'usage des potiers.

140. — 28 septembre 1853. — John Barsham. — Perfectionnements dans la fabrication des briques, tuiles et blocs.

141. — 1er octobre 1853. — Charles Coates. — Perfectionnement dans la manière de joindre les tuyaux, etc., et appareil servant à cet usage.

142. — 4 octobre 1853. — Nevil Smart. — Perfectionnements dans la fabrication des briques.

143. — 6 octobre 1853. — William Geeves. — Perfectionnements dans la fabrication des briques.

144. — 8 octobre 1853. — Henry Clayton. — Perfectionnement dans la fabrication des briques et des tuiles (1).

145. — 11 octobre 1853. — William Muir Campbell. — Perfectionnement dans la construction des fours à briques.

146. — 11 octobre 1853. — John-Francis Porter. — Perfectionnement dans le moulage des briques et autres objets faits des mêmes substances (2).

147. — 12 octobre 1853. — Thomas Smith. — Manière perfectionnée de fabriquer les tuyaux.

148. — 13 octobre 1853. — William Muir Campbell. — Perfectionnements dans les fours à cuire les poteries de terre.

149. — 31 octobre 1853. — Félix-Paulin Rovère. — Perfectionnement dans la jointure des drains tubulaires.

150. — 4 novembre 1853. — Henry Pratt. — Perfectionnements dans la manipulation de la pâte de pain, applicables au pétrissage de l'argile et autres substances plastiques.

151. — 8 novembre 1853. — Humphrey Chamberlain. — Perfectionnement dans la fabrication des tuyaux, tubes et briques.

152. — 12 novembre 1853. — William Austin. — Perfectionnement dans les moyens d'empêcher les animaux de s'introduire dans les égouts et drains.

153. — 19 novembre 1853. — William Austin. — Perfectionnements dans la fabrication des tuiles et tuyaux.

154. — 19 novembre 1853. — Henry Daniell. — Perfectionnements dans le séchage de l'argile.

155. — 23 novembre 1853. — Edward Wilkins. — Perfectionnements dans le drainage des terres.

(1) Voir liv. IV, chap. LXVIII, t. I, p. 298.

(2) Voir liv. IV, chap. LXVII, t. I, p. 293.

156. — 24 novembre 1853. — William Jones. — Perfectionnements de la fabrication des briques.

157. — 29 novembre 1853. — James Alexander Manning. — Perfectionnements dans les moyens de traiter les eaux d'égouts et autres liquides impurs, pour en obtenir des produits utiles.

158. — 2 décembre 1853. — Arthur Wellington Callen. — Machine perfectionnée pour creuser la terre et pour draguer.

159. — 3 décembre 1853. — Abraham Rogers. — Perfectionnements dans les moyens de ventilation pour mines, égouts et autres travaux souterrains.

160. — 5 décembre 1853. — Thomas Storey. — Perfectionnements dans la construction et l'arrangement des appareils employés pour le service des égouts.

161. — 8 décembre 1853. — William-Edward Newton. — Machine perfectionnée pour percer le roc et autres corps très-durs.

162. — 10 décembre 1853. — Allan Macpherson. — Perfectionnements dans les moyens de désinfecter les égouts, drains, et autres réceptacles de gaz ou de substances fétides, et de transformer les résultats de l'opération en produits utiles.

163. — 14 décembre 1853. — William Beckett Johnson. — Perfectionnements dans les machines ou appareils à faire des briques et autres objets avec de l'argile et d'autres matériaux plastiques.

164. — 21 décembre 1853. — Thomas-Vincent Lee. — Perfectionnements dans la construction de machines ou appareils servant à la fabrication des briques et des tuiles.

165. — 29 décembre 1853. — Henry Jackson. — Perfectionnements dans les machines à faire les briques et autres objets en argile.

166. — 18 janvier 1854. — Edmund Sharpe. — Perfectionnements dans les moyens d'épurage de l'argile.

167. — 24 janvier 1854. — John Ridgway. — Perfectionnements dans les moyens de produire la chaleur et de l'appliquer aux fours, fours à argile, hauts-fourneaux, etc.

168. — 24 janvier 1854. — John Bird. — Perfectionnements dans les fours à cuire les briques et autres objets.

169. — 170. — 171. — 26 janvier 1854. — Thomas Wicksteed. — Perfectionnements dans la fabrication d'engrais provenant d'eaux d'égouts (3 brevets pris le même jour).

172. — 7 février 1854. — John Warburton Moseley. — Moyen perfectionné de joindre les tubes d'argile ou de verre servant à la conduite des eaux, etc.

173. — 9 février 1854. — John Taggart. — Machine perfectionnée pour creuser la terre.

174. — 3 mars 1854. — Ellis Rowland. — Perfectionnements

dans les machines ou appareils servant à faire des briques et des tuiles avec de l'argile ou autres substances plastiques.

175. — 14 mars 1854. — John Holley Swan. — Perfectionnements dans le séchage des briques, et autres objets faits en argile.

176. — 14 mars 1854. — Johnson Hands. — Perfectionnements dans les fours à cuire l'argile.

177. — 15 mars 1854. — Joseph Pimlott Oates. — Perfectionnements dans la fabrication des briques, tuiles, tuyaux et autres objets faits d'argile.

178. — 17 mars 1854. — Thornton John Herapath. — Perfectionnements dans la fabrication d'engrais avec les eaux d'égouts, applicables aussi à la fabrication d'autres engrais artificiels.

179. — 25 mars 1854. — George Beaumont. — Perfectionnement dans la fabrication des briques solides, creuses et d'ornement.

180. — 27 mars 1854. — James Alexander Manning. — Perfectionnement dans la manière de traiter les eaux d'égouts.

181. — 30 mars 1854. — Henry Cowley. — Fabrication de briques solides, moulées ou perforées à l'aide de machines.

182. — 15 avril 1854. — William Ridgway. — Perfectionnements dans la construction des fours, et fours à cuire l'argile.

183. — 20 avril 1854. — Robert Richardson. — Méthode perfectionnée pour joindre les tuyaux.

184. — 20 avril 1854. — John Pym. — Perfectionnements dans la fabrication de tuyaux servant à la conduite de l'eau et d'autres liquides.

185. — 20 avril 1854. — William Johnson. — Perfectionnements dans les machines ou appareils à fabriquer les briques et tuiles.

186. — 6 mai 1854. — Josiah George Jennings. — Perfectionnements dans la fabrication des tuyaux en argile pour drains, etc.

187. — 11 mai 1854. — Henry Doulton. — Perfectionnements dans les fours à cuire l'argile et la porcelaine.

188. — 12 mai 1854. — William Waite. — Perfectionnement applicable à la construction d'égouts, drains et tuyaux servant à la conduite des eaux d'égouts, de l'eau et du gaz.

189. — 24 mai 1854. — Josiah-George Jennings; Robert Davenport. — Perfectionnements dans la construction des fours à cuire la poterie, etc.

190. — 26 mai 1854. — Allan Livingston. — Perfectionnement dans les tuyaux en argile pour drains et égouts.

191. — 30 mai 1854. — Henry Doulton. — Perfectionnement dans la fabrication des joints pour drains et égouts.

192. — 30 mai 1854. — Michaël Scott. — Perfectionnement dans les moyens de jonction pour les tuyaux.

193. — 17 juin 1854. — George-James Hinde. — Nouvelle combinaison de substances à employer pour la fabrication de tuyaux de drainage, et pour tous autres usages auxquels on peut employer ceux-ci.

194. — 20 juin 1854. — George-Henry Byerley. — Perfectionnements dans les machines à fabriquer les briques, tuiles, carreaux, tuyaux et autres objets semblables.

195. — 22 juin 1854. — John Marriott Blashfield. — Perfectionnements dans la fabrication de la porcelaine, de la poterie, des briques et des autres objets en terre.

196. — 17 juillet 1854. — John Fowler junior. — Perfectionnements dans les charrues à drainer.

197. — 21 juillet 1854. — John Knight; James Stubbs. — Perfectionnements dans la fabrication des briques, tuiles, tuyaux et autres objets d'argile.

198. — 28 juillet 1854. — Amable-Hippolyte Petit. — Moyen per fectionné de joindre les tuyaux.

199. — 10 août 1854. — Edward Wills Uren. — Machine et arrangements mécaniques nouveaux ou perfectionnés pour fabriquer les briques, tuyaux, tuiles et pierres artificielles avec de l'argile et autres substances plastiques.

200. — 16 août 1854. — Thomas Atkins. — Perfectionnements dans les moyens de préparer les terres; machines et appareils pour produire une circulation artérielle d'engrais liquides, de gaz, de vapeurs et d'air, allant rejoindre par-dessous terre les semences et les racines des plantes.

201. — 25 août 1854. — Thomas Castle. — Perfectionnement dans la construction des fourneaux, fours, fours à argile, étuves, et générateurs de vapeur.

202. — 29 août 1854. — James Lamb Handcock. — Perfectionnement dans les machines à drainer les terres.

203. — 29 août 1854. — John Gray. — Appareil fonctionnant seul, et pouvant être arrangé de manière à indiquer la quantité d'eau ou d'autres liquides qui passent au travers.

204. — 29 août 1854. — John Fisher Williams. — Perfectionnement dans le moyen de joindre les tuyaux de fonte.

205. — 2 septembre 1851. — William Finlay. — Perfectionnement dans les machines à fabriquer les tuiles et les briques.

206. — 4 septembre 1854. — Francis Skidmore; Joseph Bolton. — Perfectionnement dans la fabrication des tuyaux de fonte.

207. — 21 septembre 1854. — William Hodson. — Perfectionnement dans la fabrication des briques, tuiles et autres objets avec des substances plastiques.

208. — 30 septembre 1854. — Thomas Collins. — Perfectionnement dans la fabrication des briques et des tuiles.

209. — 3 octobre 1854. — Thomas Cooper. — Perfectionnement dans la fabrication des tubes en terre.

210. — 7 octobre 1854. — Robert Way Uren. — Perfectionnements dans la fabrication des briques et des tuiles.

211. — 25 octobre 1854. — Richard Hugh Hugues. — Perfectionnements dans les machines à percer la terre; machine faisant mouvoir un marteau pour y enfoncer les tuyaux.

212. — 31 octobre 1854. — Bewicke Blackburn. — Perfectionnement dans la fabrication des tuyaux.

213. — 6 novembre 1854. — William Childs junior. — Perfectionnement dans la fabrication des tuyaux et des tubes.

214. — 6 novembre 1854. — Louis-Alexandre Farjon. — Système perfectionné de jonction pour tuyaux, tubes et conduits en général.

215. — 8 novembre 1854. — Edmé-Augustin Chameroy. — Perfectionnement dans l'assemblage des tuyaux en tôle, et appareil propre à exécuter ce travail.

216. — 22 novembre 1854. — Charles Gibson. — Perfectionnement des machines à faire les briques, tuiles et tuyaux de drainage.

217. — 24 novembre 1854. — Riley Cunliffe. — Perfectionnement des machines ou appareils servant à fabriquer les briques, tuiles et autres objets de même nature.

218. — 29 novembre 1854. — John Abraham. — Perfectionnements applicables au drainage.

219. — 23 décembre 1854. — James Walker. — Perfectionnements des machines à fabriquer les briques, tuiles, tuyaux et autres objets en argile.

220. — 23 décembre 1854. — John Francis Porter. — Perfectionnements dans la fabrication des briques et des tuiles.

Cette longue liste démontre la généralité que les Anglais donnent à l'expression *drainage,* qui s'applique non-seulement à l'assainissement du sol arable, mais encore à celui des villes, des routes, des contrées entières, etc. Elle démontre aussi que tous les problèmes que le drainage soulève ont été abordés par les inventeurs de la Grande-Bretagne, qui n'ont négligé aucune des applications que l'opération peut comporter. Le résumé numérique ci-joint, dressé à la fois année par année et par ordre de matières, rendra ce fait plus apparent.

OBJET DES BREVETS.	1619.	1725.	1766.	1807.	1808.	1810.	1811.	1813.	1814.	1817.	1825.	1830.	1832.	1833.	1837.	1838.	1841.	1842.	1844.	1845.	1846.	1847.	1848.	1849.	1850.	1851.	1852.	1853.	1854.
Machines à drainer, creusement et enlèvement de terres, charrues de drainage, etc.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4	9	5
Machines à fabriquer les briques, tuiles, tuyaux, etc.	I	"	"	"	"	I	I	I	"	"	"	I	I	"	I	"	"	"	2	2	I	"	I	I	I	I	8	8	8
Fabrication de tuyaux, etc.	"	I	I	I	2	"	"	I	I	I	I	"	"	I	"	I	I	I	5	2	2	I	2	4	2	I	6	34	18
Draguage.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	I	2	"
Épuration de la terre.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	I	2	8
Jonction des tuyaux.	"	"	"	"	"	I	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	I	4	7
Fours.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	I	5	1
Jaugeage.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	6	3	2
Construction d'égouts, etc. — Pose des drains.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	5	6	5
Désinfection et utilisat. des matières.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	3	6	"
Irrigation.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	I	"	"
Drainage des routes.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	I	"	"	"
TOTAUX.	I	I	I	I	2	2	I	2	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	7	4	3	I	3	5	3	3	37	79	54

Total des brevets pris pendant deux cent trente-cinq ans. 220

Si les premiers brevets anglais relatifs au drainage remontent au delà de deux siècles, on peut voir cependant qu'ils ne deviennent fréquents qu'à partir de 1841, époque vers laquelle le drainage moderne a commencé à prendre de l'extension (voir liv. I, chap. III, t. I, p. 175). L'impulsion donnée ne s'est pas du reste ralentie, puisque nous avons pu compter 37 brevets en 1852, 79 en 1853, et 54 en 1854.

2° *France.*

Nous avons réuni, dans la liste suivante, les brevets pris en France pour tous les objets qui se rattachent directement ou indirectement au drainage : la fabrication e la cuisson des briques, tuiles et tuyaux, l'invention des machines à mouler la poterie, celle de tous les système propres à assainir le sol et à le creuser. La plupart de auteurs des brevets que nous allons passer en revue n songeaient certainement pas au drainage en les rédigeant mais il peut être utile de consulter leurs systèmes lorsqu'on veut introduire quelque perfectionnement dans l'une de branches de l'art nouveau.

1. — 18 janvier 1806. — Singer, à Paris. — Four propre à cuir la chaux, la tuile et la brique.

2. — 9 février 1813. — Chaumette, à Paris. — Moules, ustensiles et procédés propres à fabriquer les tuiles et autres objets analogues.

3. — 27 avril 1813. — Lorguier, à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais). — Tuiles et faitières de formes et dimensions particulières dites *tuiles à coulisses*.

4. — 10 juillet 1819. — Lemaître, à Wierre-Effroy (Pas-de-Calais). — Procédés de fabrication de tuiles à double coulisse.

5. — 25 septembre 1823. — Pignaut, à Prenières (Côte-d'Or). — Machine servant à refouler et rabattre les carreaux, dite *rabatto mécanique.*

6. — 6 août 1824. — Sargent et Hodgkin, à Paris. — Procédés pour la confection des briques, tuiles, carreaux, etc.

7. — 19 mai 1825. — Gourlier, à Paris. — Briques propres à la construction des tuyaux de cheminée, des ventouses et autres tuyaux pratiqués dans l'épaisseur des murs.

8. — 21 septembre 1825. — Delamorinière, à Paris. — Machine et procédé propres à faire des briques, carreaux, tuiles, etc., par compression.

9. — 3 mars 1826. — Renard, à Paris. — Fabrication de tuiles propres aux couvertures des bâtiments.

10. — 16 juin 1826. — Baronne de Gavedel-Jeanny, née Reddall, à Paris. — Machine propre à la fabrication des tuiles, briques et carreaux.

11. — 4 août 1826. — Berthaut, à Paris. — Tuiles à rebords et à rainures, dalles en terre cuite propres à remplacer les plombs servant de gouttières.

12. — 13 juillet 1827. — Landrien, à Anzin (Nord). — Procédé propre à faire des briques réfractaires par un mélange de schiste, de silex cuit ou de sable blanc.

13. — 10 novembre 1827. — Conrad et Adhemar, à Paris. — Briques faites au moyen d'un peu d'eau avec deux tiers de terre végétale et un tiers de terre argileuse, en se servant d'un moule d'une forme particulière.

14. — 13 mars 1828. — George, à Lyon (Rhône). — Machine à fabriquer les briques, au moyen d'une presse à vis.

15. — 11 juin 1828. — Naudot, à Paris. — Procédés propres à la fabrication des briques, tuiles, carreaux, etc. — Brevet d'addition et de perfectionnement le 23 avril 1830.

16. — 14 août 1828. — Cotte, à Paris. — Fabrication de tuiles dites *tuiles cotte*.

17. — 12 juin 1829. — Perpigna, à Paris. — Moyens perfectionnés de fabriquer et de cuire les briques.

18. — 25 août 1829. — Guillemard et Philippe, à Bolbec (Seine-Inférieure). — Four à cuire le plâtre et la chaux avec la chaleur perdue d'un four à brique.

19. — 10 novembre 1829. — Thierion, à Amiens (Somme). — Presse économique propre à la fabrication des carreaux, tuiles, briques, etc., et moyen de s'opposer à l'adhérence des argiles.

20. — 16 novembre 1829. — Bosq, Giraud et Taxil, à Auriol (Bouches-du-Rhône). — Système de machines propres à la fabrication, par compression, de tous les objets de briqueterie.

21. — 23 avril 1830. — Cartereau, à Sarcelles. — Machine à fabriquer les tuiles, briques, carreaux et ornements en terre.

22. — 25 novembre 1830. — Crepet, à Chalons-sur-Saône (Saône-et-Loire). — Machine à fabriquer les tuiles et carreaux, dite *presse excentrique*.

23. — 27 janvier 1831. — Cartereau, à Sarcelles. — Four économique propre à la cuisson des poteries et du plâtre.

24. — 21 mai 1831. — Aubergier, à Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme). — Fabrication de briques de forme nouvelle.

25. — 31 décembre 1831. — Terrasson de Fougères, à Teil (Ardèche). — Machine à faire les tuiles, briques, etc. — Brevets d'addition et de perfectionnement des 13 octobre 1835, 9 décembre 1837, 20 mars 1838 (1).

26. — 15 octobre 1832. — Madden, à Passy, près Paris. — Machine à draguer qui peut servir à faire les terrassements à sec.

27. — 5 août 1833. — Payan et Charnier, à Gap (Hautes-Alpes). Moyens d'améliorer la fabrication des briques.

28. — 14 mai 1834. — Heathcoat, à Paris. — Moyens et procédés propres à dessécher et à cultiver simultanément les terrains marécageux, à l'aide d'un mécanisme et d'un appareil mis en mouvement par une machine à couper, ou par toute autre puissance motrice.

29. — 5 décembre 1834. — Delménique et Lauranҫon, à Eybens (Isère). — Cuisson des briques ou des tuiles au moyen de l'anthracite dur.

30. — 12 décembre 1834. — Courtois, à Issy, près Paris. — Fabrication de briques dévoyées propres à la construction des tuyaux de cheminée cintrés et à angles arrondis, et d'autres briques servant à rallonger les tuyaux. — Brevet d'addition et de perfectionnement le 30 septembre 1835.

31. — 31 mars 1836. — Legent, dit Bonnet, et Treille, à Estrées-Saint-Denis (Oise). — Machine propre à fabriquer la brique.

32. — 9 septembre 1836. — Jean, à Paris. — Four à cuire le plâtre, la chaux ou la brique.

33. — 22 octobre 1836. — Giraud, à Saint-Étienne (Loire). — Machine à faire les briques.

34. — 20 mars 1838. — Tourasse et Pacotte, à Céret. — Four à poterie perfectionné.

35. — 25 octobre 1837. — Selligue, à Paris. — Fourneau circulaire continu.

36. — 15 novembre 1837. — Évrard et Hocque-Desmazures, à Valenciennes (Nord). — Machine à faire les briques.

37. — 5 décembre 1837. — Chetelain, à Rouen (Seine-Inférieure). — Machine à fabriquer les briques.

(1) Voir liv. IV, chap. LX, t. I, p. 285.

38. — 3 février 1838. — Pascal, à Paris. — Machine à faire les briques.

39. — 11 avril 1838. — Lebeau, à Paris. — Machine à fouiller et à déblayer les terres, applicable à toute espèce de travaux de terrassement. — Brevets d'addition et de perfectionnement des 8 août 1838 et 15 février 1840.

40. — 23 juin 1838. — Danglars et Julienne, à Rouen (Seine-Inférieure). — Machine à fabriquer la brique.

41. — 20 juillet 1838. — Chevreuse et Bouvert, à Vallières (Moselle). — Nouvelle fabrication à l'aide d'une machine à préparer la terre, et d'un four calorifère, applicable aux toiles, ardoises évidées, aux briques de carrelage, et aux carreaux pleins ou évidés, sous diverses formes et dimensions.

42. — 25 juillet 1838. — Journet, à Paris. — Machine dite *machine omnitolle Journet*, propre à l'enlèvement successif des terres, pierres, moellons, et généralement de toutes les matières et matériaux sortant des entrailles de la terre, et à l'épuisement des puits, puisards, etc. — Brevets d'addition et de perfectionnement des 25 juillet 1838, 31 décembre 1838, 1er mars 1840.

43. — 17 novembre 1838. — Pascal, à Paris. — Machines destinées à la fabrication des briques, tuiles, carreaux et pierres artificielles unies ou ornées de figures en creux ou en relief.

44. — 5 décembre 1838. — Lethuillier, à Rouen (Seine-Inférieure). — Nouvelle machine à fabriquer, par compression, les tuiles, briques, carreaux, et tous autres articles de briqueterie. — Brevet d'addition et de perfectionnement du 25 mai 1840.

45. — 22 décembre 1838. — Lamy, à Corbeil (Seine-et-Oise). — Nouveau four à briques, ou nouvel appareil économique, composé de plusieurs fours réunis dépendant les uns des autres, et propre à cuire simultanément, avec un seul feu, toutes espèces de briques, de tuiles, de carreaux, la poterie commune et la faïence, appareil dit polycaminisateur. — Brevets d'addition et de perfectionnement des 4 et 14 août 1840.

46. — 22 décembre 1838. — Julienne, à Rouen (Seine-Inférieure). — Fabrication, par mécanique à demeure ou portative, des briques, avec ou sans scellement apparent, carreaux et tuiles de toute forme et grandeur et de tout dessin, et leur cuisson par le bois, le charbon de terre ou tout autre combustible. — Brevet d'addition et de perfectionnement du 12 août 1840.

47. — 27 décembre 1838. — Boutan et Ingé, à Paris. — Machine à piocher et système complet de terrassement. — Brevets d'addition et de perfectionnement des 8 juin et 23 octobre 1840.

48. — 6 février 1839. — Michotte, à Paris. — Nouvelle machine à double pression, propre à la fabrication des briques.

49. — 8 mars 1839. — Cousin, à Paris. — Machine rotative et son gâcheur, propres à la fabrication de toute espèce de briques pour les constructions, ainsi que de tous les carreaux-briquettes, et pouvant servir au moulage de la tourbe. — Brevets d'addition et de perfectionnement des 2 novembre 1840 et 12 mars 1841.

50. — 26 mars 1839. — Carville, à Paris. — Machine propre à fabriquer les briques. — Brevet d'addition et de perfectionnement du 14 septembre 1840 (1).

51. — 15 avril 1839. — Galy-Cazalat, à Paris. — Appareil propre à l'assainissement d'un port ou au desséchement d'un marais.

52. — 17 juillet 1839. — Geerts, à Paris. — Nouvelle machine destinée à fabriquer les briques. — Brevets d'addition et de perfectionnement des 5 février, 12 août et 14 septembre 1840.

53. — 20 juillet 1839. — Maille, à Villeneuve-le-Roi (Yonne). — Fourneau destiné à faire cuire la chaux et les briques.

54. — 17 août 1839. — Guérard, à Paris. — Machine dite *géocople*, destinée à faire tous les ouvrages de terrassements pour l'exécution des chemins de fer, canaux, défrichements et autres ouvrages analogues. — Brevet d'addition et de perfectionnement du 1er juin 1840.

55. — 22 octobre 1839. — Bonnet, à Rousset (Bouches-du-Rhône). — Charrue à double défoncement (2).

56. — 26 novembre 1839. — Delménique, à Eybens (Isère). — Cuisson des briques et tuiles au moyen de l'anthracite cru.

57. — 5 décembre 1839. — Gueroult, à Passy, près Paris. — Machine dite *broyeur à l'eau*, propre à la liquéfaction des terres destinées à la fabrication, soit de la brique, soit de la chaux hydraulique, soit des poteries.

58. — 15 janvier 1840. — Ferand, à Angers (Maine-et-Loire). — Four multiple. — Brevet d'addition et de perfectionnement du 23 avril 1842.

59. — 7 mai 1840. Lepage, à Rennes. — Machine destinée au creusement des canaux et tranchées, et au transport immédiat des déblais qui en proviennent.

60. — 11 mai 1840. — Hallette, à Arras (Pas-de-Calais). — Nouveau système de machines mues par la vapeur et à bras d'hommes, destiné principalement aux opérations de creuser, draguer et élargir les canaux et les rivières, extraire la tourbe, assécher et relever le sol des marais et terrains submergés.

(1) Voir liv. IV, chap. LVIII, t. I, p. 278.
(2) Voir liv. V, chap. XXX, t. II, p. 525.

61. — 22 mai 1840. — Maigret, à la Villette, près Paris. — Machine propre à fabriquer de la brique, du carreau et de la tuile.

62. — 25 mai 1840. — Éverat, à Paris. — Application d'une espèce de terre à la fabrication des briques, tuiles, carreaux, et autres objets en terre cuite.

63. — 29 mai 1840. — Boistel, à Toulouse (Haute-Garonne). — Diverses améliorations apportées à un nouveau système de four propre à la cuisson des briques et poteries en général.

64. — 4 juin 1840. — Bonnet et Goujon, à Paris. — Construction de fours à briques de forme cylindrique, à plan triviaire et à bouches d'appel latérales avec cuirasse en béton réfractaire, applicable à tous les fours et foyers.

65. — 4 juin 1840. — Sassiat, à Paris. — Machine destinée à élever sur berges les matériaux pouvant se rencontrer dans toute espèce de terrassement. — Brevet d'addition et de perfectionnement du 9 octobre 1840.

66. — 8 juin 1840. — Van Lockhorst, à Paris. — Nouvelle machine à fabriquer les briques.

67. — 31 août 1840. — Cabaret, à Rethel (Ardennes). — Nouveau mécanisme servant à la cuisson des briques et de la chaux.

68. — 31 août 1840. — Delpierre, à Rethel (Ardennes). — Moyens simples, faciles et économiques, pour la fabrication et la cuisson des briques, tuiles et carreaux, et de la chaux, à four continu. — Brevet d'addition et de perfectionnement du 27 décembre 1840.

69. — 31 août 1840. — Mothereau, aux Batignolles-Monceaux (Seine). — Briques creuses pour cloisons.

70. — 9 septembre 1840. — Martin, à Besançon (Doubs). — Principes, procédés et appareils propres à la fabrication, par percussion, des briques, tuiles, carreaux, et autres objets de moulage, en terre et autres matières.

71. — 12 septembre 1840. — De Castre et de Salazar, à Paris. — Nouvelles briques propres à faire des constructions, sans autre liaison que celle qui résulte de la combinaison de leurs formes.

72. — 14 septembre 1840. — Lebrun, à Saint-Sulpice (Tarn). — Plusieurs fours continus propres à cuire la brique, tuile, canal et pierre calcaire, en gros blocs.

73. — 30 septembre 1840. — Klein, à Saint-Vit (Doubs). — Procédé de fabrication de tuiles en terre, zinc, asphalte, etc. — Brevets d'addition et de perfectionnement des 31 janvier 1841 et 23 avril 1842.

74. — 14 novembre 1840. — Garret, à Paris. — Machine propre à fabriquer des briques, pannes et carreaux.

75. — 15 février 1841. — Serveille et Pecqueur, à Paris. — Ma-

chine nommée *déblayeur mécanique*, applicable aux fouilles et exhaussement des terres dans les fossés et tranchées. — Brevet d'addition et de perfectionnement du 29 avril 1842.

76. — 28 février 1841. — Jalesloot, à Liége (Belgique). — Rame perfectionnée, dite à piston Kessel, propre à mouler les briques, briquettes, carreaux et pannes, sans avoir besoin de recourir aux planches.

77. — 8 mars 1841. — Kessels, à Liége (Belgique). — Table perfectionnée, dite *système économique*, servant à mouler les briques, briquettes et carreaux.

78. — 25 mars 1841. — Gilardoni, à Altkirch (Bas-Rhin). — Procédé de fabrication de tuiles plates imperméables avec système d'emboîtement et canaux d'écoulement intérieur.

79. — 7 février 1842. — Apparuti, à Seurre (Côte-d'Or). — Charbon propre à la fabrication de la tuile à couvrir les maisons et à carreler les appartements.

80. — 4 mars 1842. — Desvignes et Raison, à Épinac (Saône-et-Loire). — Tuiles économiques. — Brevet d'addition et de perfectionnement du 30 septembre 1842.

81. — 16 mars 1842. — Carville, à Issy (Seine). — Machine à fabriquer les briques, carreaux, tuiles, pannes, briques de chaux hydraulique formées de craie et de glaise, briques de marne, et tous produits de terre cuite, briques de tourbe. — Deux brevets d'addition et de perfectionnement du 7 mai 1842 (1).

82. — 16 mars 1842. — Courtois, à Paris. — Plusieurs systèmes de briques pour tuyaux de cheminée.

83. — 5 avril 1842. — Aygalenq-Blanquet, à Arras (Pas-de-Calais). — Système complet de machines propres à la fabrication des briques, tuiles, pannes, mosaïques, carrelages et tourbes. — Brevet d'addition et de perfectionnement du 28 décembre 1842.

84. — 29 avril 1842. — Dogné, à Liége (Belgique). — Machine et accessoire propres à la fabrication d'une brique dite *brique supérieure*.

85. — 12 septembre 1842. — Collas, à Paris. — Production de cylindres creux ou pleins, prismes de toutes formes, pleins ou creux, moulures, etc., avec toutes les matières plastiques, économiques ou autres, par le moyen mécanique de la presse à caisse. — Brevet d'addition et de perfectionnement du 8 décembre 1842.

86. — 7 octobre 1842. — Burke, à Londres. — Machine propre à fabriquer les briques.

87. — 12 octobre 1842. — Diot, à Lyon (Rhône). — Système de

(1) Voir liv. IV, chap. LVIII, t. I, p. 270.

dragage sur terre et sur eau, avec enlèvement de terre et terrain sec dans le creusement des canaux, fossés, et nivellement de terre à l'aide de machines et moyens mécaniques.

88. — 9 novembre 1842. — Venables et Tunnicliff, à Paris. — Perfectionnements dans la construction des fours à poteries.

89. — 19 janvier 1843. — Bréard, à Elbeuf (Seine-Inférieure). — Machine à fabriquer la brique.

90. — 26 janvier 1843. — Charollais et Vallier, à Paris. — Four propre à la cuisson du plâtre et à la dessiccation d'autres matières.

91. — 2 mars 1843. — Mannoury, à Bouduille (Seine-Inférieure). — Machine à faire des briques.

92. — 17 avril 1843. — Zambaux, à Paris. — Tuyaux propres à tous usages.

93. — 21 juin 1843. — Capgras et Chanou, à Bordeaux (Gironde). — Système de four mobile destiné à la cuisson des briques et carreaux, et mécanique pour les fabriquer.

94. — 30 juin 1843. — Camus et Leboul, à Saint-Pavis des Champs (Sarthe). — Machines propres à la fabrication des briques, tuiles, carreaux, etc., suivant un nouveau système.

95. — 31 octobre 1843. — Letournier, à Paris. — Machine propre à la fabrication des briques. — Brevet d'addition et de perfectionnement du 29 mai 1844.

96. — 18 novembre 1843. — Collas, à Paris. — Instrument et ses applications mécaniques devant servir à la fabrication des briques de toutes formes, gouttières, etc.

97. — 19 décembre 1843. — Parise et Gallon, à Paris. — Machine propre à fabriquer des briques, carreaux, tuiles, et des pierres artificielles, par pression excentrique.

98. — 27 février 1844. — Forsyth, de Manchester, à Roubaix (Nord). — Perfectionnements applicables aux machines propres à la fabrication des briques et des tuiles.

99. — 5 janvier 1844. — Champion, à Jouars-Pont-Chartrain (Seine-et-Oise). — Système de fabrication de tuiles. — Brevet d'addition et de perfectionnement du 22 mai 1844.

100. — 16 avril 1844. — Luri et Nicolaï, à Bastia (Corse). — Procédé de fabrication de briques propres à construire, avec solidité et économie, des voûtes planes, cloisons et toits, sans employer de charpente.

101. — 23 juillet 1844. — Brouard, au Havre (Seine-Inférieure). — Mouleur-briqueteur.

102. — 12 août 1844. — Revollier, à Saint-Chamond (Loire). — Procédé de fabrication de tuiles et briques destinées à la construction des cloisons et toitures.

103. — 2 septembre 1844. — Nuglisch, à Paris. — Machine propre à faire la brique.

104. — 5 octobre 1844. — Julienne, à Rouen (Seine-Inférieure). — Machine à briques et à pavés de toutes formes et dimensions.

105. — 19 novembre 1844. — Zeller, à Bischwiller (Bas-Rhin). — Fabrication de tuiles, briques, et tous autres objets de briqueterie en grès céramique.

106. — 27 décembre 1844. — Huguenin et Ducommun, à Mulhouse (Haut-Rhin). — Machine portative propre à faire des briques, tuiles et objets de poterie.

107. — 29 avril 1845. — Vercia, à Ornans (Doubs). — Machine a corroyer et mouler simultanément la tuile et la brique. — Brevet d'addition et de perfectionnement du 4 juin 1846.

108. — 26 juin 1845. — Bonnet, à Apt (Vaucluse). — Four à l'usage des arts mécaniques, économisant le combustible et utilisant la chaleur perdue.

109. — 3 septembre 1845. — Hall, de Londres. — Perfectionnements apportés aux foyers et fourneaux, ainsi qu'aux mécaniques servant à les alimenter.

110. — 10 octobre 1845. — Parkin, à Napterre (Seine). — Tuyaux pour les liquides et les fluides.

111. — 2 novembre 1845. — Brocchi, à Limoges (Haute-Vienne). — Four à porcelaine, à poterie et à brique.

112. — 3 novembre 1845. — Legros, à la Villette (Seine). — Machine propre à fabriquer les briques, tuiles, carreaux, etc. — Brevets d'additions des 22 août et 23 septembre 1846.

113. — 22 novembre 1845. — Delacroix, à Rouen (Seine-Inférieure). — Application du calorique sur un fourneau *ad hoc* construit pour la cuisson du plâtre, de la chaux, de la brique, et des poteries en général, pour les chaudières des machines mues par la vapeur, et pour la distillation du gaz pour l'éclairage.

114. — 11 décembre 1845. — Leclerc-Dupuy, à Chatellerault (Vienne). — Machine propre à mélanger la terre à potier.

115. — 23 décembre 1845. — Ainslie, à Paris. — Perfectionnements apportés à la fabrication de toute espèce de briques, tuiles et autres articles en terre glaise (1).

116. — 31 décembre 1845. — Chameroy, à Paris. — Système de tuyaux en tôle, bitume et ciment romain. — Certificats d'addition des 15 mai, 12 juin et 2 octobre 1846; des 9 et 17 février et 8 mars 1847.

117. — 15 janvier 1846. — Bertrand, à Elbeuf (Seine-Inférieure).

(1) Voir liv. IV chap. XIX, t. I, p. 180.

— Perfectionnements dans les machines propres à fabriquer les briques, tuiles, carreaux, etc.

118. — 17 janvier 1846. — Fairbanks, à Paris. — Machine propre à la fabrication des briques, tuiles, carreaux, pannes et autres objets de briqueterie.

119. — 23 janvier 1846. — Ranglet et Leprince, à Paris. — Genre de mécanique propre à la fabrication des briques, tuiles et carreaux.

120. — 8 mai 1846. — Legros, à Paris. — Machine propre à battre les briques. — Brevets d'addition des 10 mars et 13 juin 1846.

121. — 4 mars 1846. — Champion, à Paris. — Four concentrateur économique pour la cuisson des tuiles, briques et carreaux.— Brevet d'addition du 20 mars 1850.

122. — 6 avril 1846. — Hautier et Decaens, à Paris. — Machine propre à fabriquer les briques, tuiles et carreaux. — Brevet d'addition du 14 juin 1847.

123. — 11 avril 1846. — Jourdain, à Coutevroust (Seine-et-Marne). — Mode de chauffage de fours destinés à la cuisson des poteries, tuiles, briques, etc., obtenu par une nouvelle disposition des matériaux à cuire dans l'intérieur du four.

124. — 14 mai 1846. — Boutiers-Dezalleux, à Montières-les-Amiens (Somme). — Machine à mouler les briques.

125. — 20 mai 1846. — Hastings, au Havre (Seine-Inférieure). — Machine à fabriquer les briques.

126. — 11 mai 1846. — Salucci, à Paris. — Système d'élévation d'eau et de desséchement de marais et de marécages.

127. — 15 juin 1846. — Leteurnier, à Paris. — Machine propre à fabriquer les briques, tuiles, carreaux et mottes de toutes dimensions et de toutes formes.

128. — 3 juillet 1846. — Carter, à Paris. — Machine destinée à la fabrication des briques.

129. — 15 juillet 1846. — Demoiselle Camus, à Paris. — Machine propre à la fabrication des briques, tuiles et carreaux.

130. — 4 août 1846. — Merle, à Paris. — Perfectionnements dans la fabrication des tuiles.

131. — 29 août 1846. — Reichenecker, à Hartmanschwiller (Haut-Rhin). — Tuyaux en terre cuite formés de pièces emboitées au moyen de cales.

132. — 3 septembre 1846. — Émile de Caen, à Grigny (Rhône). — Séchoir céramique.

133. — 5 septembre 1846. — Jourdain, à Bercy (Seine). — Planches séchoirs, ou chariots mobiles applicables à la dessiccation des

produits en terre cuite. — Brevet d'addition du 4 septembre 1847.

134. — 29 septembre 1846. — Da Silveira, à Paris. — Dispositions de machines à briques. — Brevet d'addition du 9 mars 1847.

135. — 30 septembre 1846. — Chanou et Chevallier, à Paris. — Genre de machine propre à fabriquer les briques, et système de four propre à cuire ces briques en plein air. — Brevet d'addition du 25 mai 1849.

136. — 20 octobre 1846. — Baudin, à Paris. — Système de four.

137. — 10 novembre 1846. — Totain et Desch, à Paris. — Machine propre à fabriquer la brique. — Brevet d'addition du 13 avril 1850.

138. — 1er décembre 1846. — Bennett, à Paris. — Machine propre à fabriquer les tuiles.

139. — 9 janvier 1847. — Desbrulais et Ollivier, à Rezé (Loire-Inférieure). — Appareil aéro-hydrique, destiné à réaliser l'union des fours à coke avec les fours à cuire les kaolins, les argiles, les terres et les calcaires en faisant du coke.

140. — 12 janvier 1847. — Covlet, à Paris. — Four circulaire à suspension fixe ou relative. — Brevet d'addition du 19 octobre 1848.

141. — 17 mars 1847. — Carville, à Alais (Gard). — Four à fond mobile continu et à chaleur concentrée, destiné au séchage, au grillage et à la cuisson des terres, plâtres, et à la fabrication du coke. — Brevet d'addition du 13 juillet 1849.

142. — 15 mars 1847. — Testu, au Havre (Seine-Inférieure). — Procédé de cuisson de la brique à feu continu et par superposition; procédé dit système *Triquet et Testu*.

143. — 10 avril 1847. — D'Artois, à Paris. — Perfectionnements à une machine propre à fabriquer les briques et les tuiles.

144. — 12 avril 1847. — Simon, à Delut (Doubs). — Machine à fabriquer la tuile.

145. — 15 avril 1847. — Bazin, au Mesnil Saint-Firmin (Oise). — Charrue à défoncement (1).

146. — 20 avril 1847. — Tijou-Geslin, à Paris. — Genre de four (2).

147. — 17 juin 1847. — Triquet et Testu, au Havre (Seine-Inférieure). — Perfectionnement dans les machines à mouler les briques et autres objets en terre de toutes formes et dimensions.

148. — 29 juin 1847. — Gilardoni, à Altkirch (Haut-Rhin). — Tuile creuse perfectionnée.

(1) Voir liv. V, chap. XXX, t. II, p. 316.
(2) Voir liv. IV, chap. LXXIX, t. I, p. 398.

149. — 4 août 1847. — Roudier, à Vaugirard (Seine). — Broyeur propre au moulage des briques.

150. — 17 août 1847. — Grandjean, à Bourdonnay (Meurthe). — Forme de tuile, dite *tuile creuse avec nervures.*

151. — 18 août 1847. — Mothereau et Lefèvre, à la Villette (Seine). — Métier propre à rebattre les briques, carreaux, etc.

152. — 4 septembre 1847. — Holland, de Manchester. — Perfectionnements dans les procédés de distribution des engrais et d'irrigation.

153. — 10 septembre 1847. — Jolibois, à Deyvillers (Vosges). — Système de four à feu continu.

154. — 28 septembre 1847. — Ferry, à Saint-Dié (Vosges). — Tuile dite *tuile mécanique de Saint-Dié.*

155. — 22 octobre 1847. — Castinel, à Marseille (Bouches-du-Rhône). — Machine à découper les briques.

156. — 28 octobre 1847. — Lambour, à Bruxelles (Belgique). — Machine propre à fabriquer les briques.

157. — 10 novembre 1847. — Jucquau, à Paris. — Procédés propres à la fabrication des tuyaux en tuile.

158. — 24 décembre 1847. — Berteau, à Versailles (Seine-et-Oise). — Fabrication de briques de construction de murs à palisser, sans attache et sans treillage.

159. — 31 décembre 1847. — Madame Mazard, à Tartaras (Loire). — Appareil propre à l'agglomération du menu de charbon de terre et à la fabrication des briques. — Brevet d'addition du 20 décembre 1848.

160. — 25 janvier 1848. — Haïcy, à Aix (Bouches-du-Rhône). — Mode de desséchement et d'assainissement des marais.

161. — 8 février 1848. — Carré, à Péronne (Somme). — Machine propre à fabriquer les pannes à couvrir.

162. — 28 juillet 1848. — Chavanne, à Paris. — Système propre à fabriquer la brique ou le carreau.

163. — 3 août 1848. — Ligniel et Roux, à Paris. — Machine à pression propre à la fabrication des briques, carreaux, etc.

164. — 28 octobre 1848. — Borie, à Paris. — Briques et poteries tubulaires. — Brevets d'addition des 28 octobre 1848, 14 février 1853 et 4 mai 1854 (1).

165. — 27 décembre 1848. — Daleth, à Asswiller (Bas-Rhin). — Mode économique de construction de fours à chaux, briques et tuiles.

166. — 6 janvier 1849. — Matagnat, à Eyguières (Bouches-du-

(1) Voir liv. IV, chap. LXIX, t. I, p. 501.

Rhône). — Machine propre à la fabrication des briques dites *tomettes*, et moellons.

167. — 10 avril 1849. — Leblanc, à Rheu (Ille-et-Vilaine). — Machine à briques.

168. — 16 mai 1849. — Thackeray, à Paris. — Moyen de fabriquer les tuyaux plastiques ou en tourbe propres au drainage ou au desséchement des terrains (1).

169. — 18 mai 1849. — Hart, à Paris. — Perfectionnements dans la fabrication des briques et des tuiles, applicables au moulage d'autres substances.

170. — 17 juillet 1849. — Lloyd et Gouin, à Paris. — Application directe de la vapeur à la fabrication des briques, tuiles, tuyaux, carreaux, etc. — Brevet d'addition du 13 mars 1851.

171. — 3 septembre 1849. — Lamy, à Pont-sur-Yonne. — Fabrication de briques sans cuisson.

172. — 6 septembre 1849. — Madame Breuillé, à Paris. — Système de four à plâtre, à briques, à chaux, etc.

173. — 15 décembre 1849. — Booth, à Paris. — Perfectionnements apportés dans l'application de la chaleur : 1° au séchage et à la cuisson des poteries, briques, tuiles, tuyaux et autres objets en terre à potier, terre glaise ou autres matières plastiques ; 2° à la cuisson ou fixation des ornements sous couverts.

174. — 17 décembre 1849. — Gouget, Jourdan et Neurdein, à Paris. — Moyens de fabrication de mottes à brûler, de briques, tuiles et carreaux.

175. — 27 mars 1850. — Sollier et Bayet, à Marseille-sur-Vacon (Bouches-du-Rhône). — Machine propre à la fabrication des tuyaux en poterie, dite machine à doubles cylindres verticaux mobiles à jet continu.

176. — 15 avril 1850. — Maitre, à Thieffrain (Aube). — Mode de fabrication des tuiles. — Brevet d'addition du 3 octobre 1850. — Brevets d'addition des 17 mai 1851, 21 janvier 1853, 21 septembre 1854, 8 septembre 1855.

177. — 6 mai 1850. — Merle, à Paris. — Perfectionnements apportés à la manière de faire des briques, tuiles, tuyaux, auges à porc, et autres objets en sable, terre, argile, etc.

178. — 6 juillet 1850. — Sollier et Rougemont, à Marseille (Bouches-du-Rhône). — Machine à fabriquer les tuyaux en poterie, dite presse à trois cylindres et calibres atmosphériques.

179. — 13 août 1850. — De Vylder, à Paris. — Machine présentant un système pour transformer le charbon de terre creux en briquettes, et pour les briques en terre pour la bâtisse.

(1) Voir liv. IV, chap. XX, t. I, p. 182.

180. — 16 août 1850. — Mallé, à Paris. — Perfectionnements apportés dans des machines propres à fabriquer les briques, les tuiles, les carreaux, et tous les autres objets en terre.

181. — 20 septembre 1850. — Brochard, à Bourges (Cher). — Machine destinée à presser et tailler les briques ou carreaux d'un seul coup de balancier.

182. — 26 septembre 1850. — Fowler, à Paris. — Perfectionnements dans le drainage ou égouttage des terres.

183. — 23 octobre 1850. — Willaume, à Rogéville (Meurthe). — Application de la pierre calcaire naturelle à la fabrication des tuyaux de conduits, dits tuyaux de conduite, ou corps en pierre calcaire naturelle.

184. — 4 novembre 1850. — Pasquay, à Paris. — Genre de tuyaux servant à la conduite des fils télégraphiques et au drainage ou asséchement du sol.

185. — 4 novembre 1850. — Jullienne, à Paris. — Machine à mouler la brique.

186. — 11 décembre 1850. — Benoit, à Paris. — Procédés de fabrication de divers objets en terre cuite, tels que tuyaux de drainage et autres, tuiles, briques, etc.

187. — 13 janvier 1851. — Amuller, à Paris. — Perfectionnements dans la fabrication et les moyens de fabrication des tuiles d'un modèle particulier.

188. — 15 janvier 1851. — Guibal, à Castres (Tarn). — Machine à défoncer les terres. — Brevets d'addition des 31 décembre 1851 et 20 mars 1852, 15 janvier 1854, 13 mars 1855 (1).

189. — 22 mai 1851. — Beadon, à Paris. — Perfectionnement dans la fabrication des tuiles.

190. — 31 mai 1851. — Paris, à Bercy (Seine). — Mode de jonction pour conduite d'eau et de gaz, ou pour tout autre objet.

191. — 24 juin 1851. — Dupont, à Frossay (Loire-Inférieure). — Fabrication de briques.

192. — 10 juillet 1851. — Josson, à Anvers (Belgique). — Système de fabrication de tuiles.

193. — 14 juillet 1851. — Courtois, au Havre (Seine-Inférieure). — Produit de matériaux de construction.

194. — 4 août 1851. — Saunders, en Angleterre. — Perfectionnements apportés aux machines à fabriquer les briques, tuyaux, tuiles et autres objets semblables, en substance ou matière plastique (2).

(1) Voir liv. V, chap. XXX, t. II, p. 330.
(2) Voir liv. IV, chap. XXI, t. I, p. 187.

195. — 23 août 1851. — Beuchon, à Clerval (Doubs). — Presse perfectionnée à l'usage de la fabrication de la tuile, laquelle offre un procédé de démoulage.

196. — 9 septembre 1851. — Geswein, à Cannstatt (Wurtemberg). — Moyens de fabrication et de cuisson de briques de toutes formes et de toutes grandeurs.

197. — 20 janvier 1852. — Estassy, à Saint-Marcel (Ardèche). — Moule destiné à la fabrication des tuiles à double crochet.

198. — 2 février 1852. — Maitre, à Thieffrain (Aube). — Mode de fabrication de tuiles.

199. — 7 février 1852. — De Monestrol, marquis d'Esquille, à Sceaux (Seine). — Méthode propre au travail des matières céramiques.

200. — 23 février 1852. — De Villers, à Vaugirard (Seine). — Genre de tuiles et fabrication de tuiles.

201. — 31 mars 1852. — Grandjean, à Lay-Saint-Christophe (Meurthe). — Cylindre destiné à épurer la terre et à faire les plaques de tuiles mécaniques.

202. — 5 avril 1852. — Péchiné et Colas, à Langres et à Rolampont (Haute-Marne). — Système de four à cuisson continue pour la chaux, le plâtre, la tuile et la brique, les pâtes céramiques, et toutes les matières qui ont besoin d'une chaleur graduée (1).

203. — 10 avril 1852. — Pimlott-Oates, à Paris. — Perfectionnements apportés aux machines propres à fabriquer les briques, les tuiles, les carreaux, les tuyaux de conduits et autres objets analogues faits en argile ou en toute autre matière plastique.

204. — 2 juin 1852. — Baron Palen, à Augsbourg (Autriche). — Perfectionnements dans la construction des fours pour cuire les briques, les tuiles et toute espèce de poterie.

205. — 21 juin 1852. — Boulet, à Corbigny (Nièvre). — Construction de tuyaux de cours d'eau d'une seule pièce, en ciment romain, quels que soient leur longueur, leur diamètre et les sinuosités du terrain.

206. — 30 juin 1852. — Clayton, à Paris. — Perfectionnements dans la fabrication des tubes, tuyaux, tuiles et autres articles fabriqués avec des matières plastiques.

207. — 10 août 1852. — Léger et Thieullent, au Havre (Seine-Inférieure). — Perfectionnements au rebattage mécanique des tuiles, briques, carreaux, et autres produits de terre cuite.

208. — 4 septembre 1852. — Dupont, à Paris. — Mécanique propre à la fabrication des briques. — Brevets d'addition des 14 juil-

(1) Voir liv. IV, chap. LXXIX, t. I, p. 400

let et 24 novembre 1853, des 6 et 21 mars, 19 mai et 25 juillet 1854.

209. — 19 novembre 1852. — Retou, à Paris. — Application du balancier ou autres machines du même genre au frappage des carreaux, briques, etc.

210. — 27 novembre 1852. — Sassiat, à Paris. — Machine à bêcher et à charger la terre dans les travaux de terrassement, et propre également à défricher. — Brevet d'addition du 29 novembre 1853.

211. — 4 janvier 1853. — Aronssohn, à Paris. — Système de drainage et de pose de fils électriques souterrains.

212. — 2 février 1853. — Alix et Savonnière, à Paris. — Procédés d'aissainissement des voies publiques, ayant pour but la propreté, et pour résultat la conservation des arbres.

213. — 5 février 1853. — Vincent, à Paris. — Genre de tuyaux et séchoirs pour le drainage (1).

214. — 12 février 1853. — Demimuid, à Paris. — Appareil-tube à plan incliné pour cuire le plâtre, la chaux, la tuile, la brique, et susceptible d'autres applications. — Brevet d'addition du 28 avril 1855 (2).

215. — 17 février 1853. — Mansard, à Allonne (Nord). — Matière propre à la fabrication des produits céramiques.

216. — 4 avril 1853. — Wilkins, à Paris. — Procédé de distribution de l'engrais liquide.

217. — 5 avril 1853. — Péchiné et Colas, à Rolampont (Haute-Marne). — Système d'étuve et de four à séchage et cuisson continus pour la chaux, le plâtre, la tuile et les briques, les pâtes céramiques, et toutes les matières qui ont besoin d'une chaleur graduée. — Brevets d'addition des 28 août 1853 et 15 novembre 1855.

218. — 17 avril 1853. — Blanch, à Fourques (Pyrénées-Orientales). — Sonde pour forage, dite *sonde économique*.

219. — 10 mai 1853. — Thadée, à Aix (Bouches-du-Rhône). — Charrue à défoncement et à double défoncement.

220. — 13 mai 1853. — Samuelson, à Paris. — Perfectionnements apportés aux machines propres à défoncer et à labourer la terre.

221. — 2 juillet 1853. — Gastellier, à Beaumont-sur-Sarthe (Sarthe). — Système de four à cuire la brique et la poterie.

222. — 8 juillet 1853. — D'Huart, à Paris. — Perfectionnement dans la fabrication des poteries.

223. — 13 juillet 1853. — Uren, à Paris. — Perfectionnement

(1) Voir liv. IV, chap. LXXI et LXXII, t. I, p. 511 et 537.
(2) Voir liv. IV, chap. LXXIX, t. I, p. 402.

aux machines propres à fabriquer les briques, pipes, tuyaux, et autres objets en matières plastiques.

224. — 20 juillet 1853. — Lieutard, aux Batignolles (Seine). — Four économique propre à cuire la brique, etc.

225. — 20 juillet 1853. — Picard, à Marseille (Bouches-du-Rhône). — Tuyaux en terre glaise, avec carcasse en fil de fer inoxydable.

226. — 21 juillet 1753. — Galinié, à Toulouse (Haute-Garonne). — Machine propre à tailler et frotter la brique.

227. — 22 juillet 1853. — Bouchez, à Bruille-Saint-Amand (Nord). — Tuyaux de drainage.

228. — 22 août 1853. — Larmande, à Viviers (Ardèche). — Emploi de la chaux hydraulique à la confection des carreaux de dallage, briques, tuiles, conduits d'eau, pierre de taille artificielle, etc., sans qu'il soit besoin d'aucune cuisson.

229. — 16 septembre 1853. — Lecuyer et Garraud, à Paris. — Perfectionnements apportés dans la disposition et la construction des machines à briques, tuiles, carreaux, etc. — Brevet d'addition du 14 septembre 1854.

230. — 20 septembre 1853. — Alamargot, à Paris. — Système de four sans fin à feu continu et à vapeur.

231. — 7 octobre 1853. — Moison et Marainville, à Mouy (Oise). — Moyen de cuire la brique et la tuile.

232. — 13 octobre 1853. — Signoret, à Pertuis (Vaucluse). — Four dit four à briques Signoret, perfectionné. — Brevet d'addition du 7 octobre.

233. — 20 octobre 1853. — Schlosser, à Paris. — Appareil broyeur et mouleur à hélice, propre à la fabrication des briques, tuyaux et autres produits céramiques. — Brevet d'addition du 4 avril 1854 (1).

234. — 25 octobre 1853. — Bouvert et Martin, à Paris. — Système de four à cuire les pâtes céramiques, dit four à travail continu.

235. — 29 octobre 1853. — Tiffereau, à Grenelle (Seine). — Procédé d'irrigation et de drainage

236. — 16 novembre 1853. — Nicaise Mairia, en Belgique. — Système de four à cuire les briques et autres produits réfractaires.

237. — 6 décembre 1853. — Demoret-Durozoy, à Lyon (Rhône). — Perfectionnements apportés dans la fabrication des tuiles comprimées.

238. — 17 décembre 1853. — Reynaud, à Saint-Parre-aux-Tertres (Aube). — 1° Application à la fabrication d'objets en argile des machines à drains à piston et à décharge horizontale; 2° divers objets en argile et formes variées de briques creuses et tuiles;

(1) Voir liv. IV, chap. XLI, t. I, p. 229

3° tailloir à carreaux; 4° machine à faire les faitières à recouvrement.

239. — 28 décembre 1853. — Elliott, à Paris. — Perfectionnements dans la fabrication des briques, tuiles, tuyaux, et autres objets susceptibles d'être moulés.

240. — 29 décembre 1853. — Terrasson-Fougères, au Theil (Ardèche). — Machine à confectionner les tuiles, carreaux et chéneaux (1).

241. — 7 janvier 1854. — Sarron, à Marseille (Bouches-du-Rhône). — Machine à briques, dite briquetin mécanique.

242. — 14 janvier 1854. — Mac-Henry, à Paris. — Machines à fabriquer les briques et tuiles perfectionnées.

243. — 10 mars 1854. — Woodworth et Mower, aux États-Unis. — Machine à fabriquer les tuiles, etc.

244. — 10 mars 1854. — Quindry, à Sèvres (Seine-et-Oise). — Four à briques servant à la cuisson du plâtre.

245. — 11 mars 1854. — Grinshaw, en Irlande. — Fabrication de briques.

246. — 12 avril 1854. — Delacroix, à Roubaix (Nord). — Machine à mouler les briques, et four pour les cuire.

247. — 20 avril 1854. — Desaint, à Épernay (Marne). — Machine à fabriquer les briques, les carreaux, etc.

248. — 21 avril 1854. — Burstall, à Paris. — Machines perfectionnées pour briques, etc., en argile seule ou mêlée.

249. — 12 mai 1854. — Boucherie, à Cambrai (Nord). — Machine à mouler les briques et briquettes.

250. — 24 mai 1854. — Coste, à Marseille. — Fabrication d'un système de briques.

251. — 27 mai 1854. — Jones, à Paris. — Fabrication de briques.

252. — 31 juillet 1854. — Grimberghs, à Paris. — Four à cuire les briques, tuiles, tuyaux, etc.

253. — 2 août 1854. — Lee, à Paris. — Machine à fabriquer les briques et carreaux.

254. — 3 août 1854. — Chaussenot, à Paris. — Briques percées dans leur épaisseur, pour construction.

255. — 7 août 1854. — Delmer, à Ferrière-la-Grande (Nord). — Cuisson des briques et pierres calcaires.

256. — 1er août 1854. — Byerley, à Paris. — Machine à fabriquer les briques.

257. — 12 août 1854. — Faure, à Gap (Hautes-Alpes). — Fabrication de drains et bourneaux de fontaine en ciment.

(1) Voir liv. IV, chap. LX, t. I, p. 283.

258. — 19 août 1854. — Beau de Rochas, à Paris. — Procédés de drainage propres aux terrains salés, et machine spéciale pour les tronches.

259. — 11 septembre 1854. — Girout d'Argout, à Lyon (Rhône). — Système de tuiles, machines pour les comprimer et four mobile pour les cuire.

260. — 23 septembre 1854. — Muller, à Mulhouse (Haut-Rhin). — Four à cuire la brique, la tuile, etc.

261. — 26 septembre 1854. — Leroy, à Bordeaux (Gironde). — Tuyaux de bois pour l'agriculture et l'industrie.

262. — 17 octobre 1854. — Chevalier, à Paris. — Tuyaux en terre cuite.

263. — 18 octobre 1854. — Kuln, à Paris. — Machine à fabriquer les briques.

264. — 24 janvier 1855. — Greppo, à Marseille (Bouches-du-Rhône). — Composition de briques.

265. — 30 janvier 1855. — De Labaille, à Mâcon (Saône-et-Loire). — Machine locomobile à vapeur, propre à la fabrication des tuyaux de drainage, au moyen du pilonnage à sec, et cuisson des tuyaux instantanée.

266. — 6 février 1855. — Barbier et Colas, à Rolampont (Haute-Marne). — Système de fours dits *fours autopyrogènes*, à foyer mobile, à séchage continu, et cuisson continue ou discontinue, utilisant, à la cuisson et au séchage, la chaleur abandonnée par le refroidissement des produits déjà cuits, et s'appliquant à la cuisson des pâtes céramiques, de la chaux, du plâtre, des ocres, à la revification du noir animal, etc., en un mot, à toutes les opérations qui demandent une cuisson et un refroidissement gradués (1).

267. — 13 février 1855. — Clayton, à Paris. — Fabrication des briques et des tuiles.

268. — 19 février 1855. — Borie, à Paris. — Tuyaux de drainage.

269. — 19 février 1855. — Blather, à Paris. — Machines propres à creuser la terre, et à mettre en mouvement un marteau pour enfoncer des tubes dans la terre et autres usages.

270. — 22 février 1855. — Jobard-Bussy, à Meursault (Côte-d'Or). — Moyen de poser, aussitôt après la fabrication, la tuile plate, les carreaux et les briques, afin d'en obtenir une plus prompte dessiccation.

271. — 27 février 1855. — Sarrazin et Chanuel, à Marseille (Bouches-du-Rhône). — Machine à fabriquer les briques.

(1) Voir liv. IV, chap. LXXIX, t. I, p. 405.

272. — 7 mars 1855. — Noël, à Paris. — Machines propres à la fabrication des tuyaux de drainage et d'irrigation, des tuiles, carreaux, dallages, briques creuses et pleines.

273. — 7 mars 1855. — Hugnin et Jacotin, à Paris. — Système de charrue destinée au drainage des terres.

274. — 10 mars 1855. — Levert, à Barges (Haute-Saône). — Système de toiture, se composant de tuiles perfectionnées, d'un chénau et d'un tuyau de descente pour la conduite des eaux, le tuyau de descente pouvant servir au drainage.

275. — 16 mars 1855. — Porter, à Paris. — Perfectionnements dans les machines et appareils employés pour fabriquer les briques ou autres objets en argile ou terre à briques (1).

276. — 19 mars 1855. — Touaillon, à Paris. — Machine propre à la fabrication des tuyaux de drainage, des briques et autres matières.

277. — 20 mars 1855. — Perreül, à Avermes (Allier). — Système de drainage (2).

278. — 23 mars 1855. — Bru et Cazelles, à Marsac (Tarn). — Genre de moules en sable de mer ou d'alluvion, terre de fondeur ou terre quelconque, applicables au moulage des tuyaux de drainage, tuyaux de conduite d'eau, descentes de latrines, et tous autres objets d'ornements d'architecture.

279. — 3 avril 1855. — Delret, à Paris. — Procédé de fabrication de briques et pâtes économiques et sans odeur.

280. — 16 avril 1855. — Sacouman, à Marseille (Bouches-du-Rhône). — Mode de cuisson des briques.

281. — 16 avril 1855. — Sauzon, à Brive-Chavenzac (Haute-Loire). — Briques ahudromiques et aphones.

282. — 17 avril 1855. — Descaves, à Château-Villain (Haute-Marne). — Système de fabrication de tuiles au moyen de presses, et dont la forme, sans être plus grande que celle des anciennes tuiles, permettra de couvrir une superficie des deux tiers plus grande.

283. — 25 avril 1855. — Jeramec, à Paris. — Appareil propre à la fabrication des briques, dit appareil malaxeur.

284. — 28 avril 1855. — Oates, à Paris. — Perfectionnement dans la fabrication des briques, tuiles, tuyaux, et autres objets pouvant être faits en matière plastique.

285. — 3 mai 1855. — Amouroux et Noblet, à Paris. — Machine à briques, à mouvement continu, avec l'emporte-pièce, ainsi que carreaux, tuiles, etc.

(1) Voir liv. IV, chap. LXVII, t. II, p. 293.
(2) Voir liv. V, chap. XXXVIII, t. II, p. 218.

286. — 1er juin 1855. — Lobry, à Lyon (Rhône). — Application d'une presse à levier à la fabrication des briques creuses, des tuiles et des carreaux pour parquet.

287. — 23 juin 1855. — Lieutard, aux Batignolles (Seine). — Machine servant à moudre, à bluter et à broyer les terres propres à la fabrication de la brique et autres poteries.

288. — 23 juin 1855. — Lieutard, aux Batignolles (Seine). — Machine à mouler applicable au chiffonnage de la brique creuse de différentes formes et dimensions, etc.

289. — 2 juillet 1855. — Lebrun, à Paris. — Procédé de conduite d'eau applicable au drainage.

290. — 2 juillet 1855. — Lecoq, à Paris. — Système de tuyaux.

291. — 27 juillet 1855. — Latille, à Paris. — Machine à fabriquer les briques.

292. — 8 août 1855. — Lobry, à Lyon (Rhône). — Perfectionnements et applications des fours à flamme renversée, pour la cuisson des poteries, faïences, briques, tuiles et carreaux.

293. — 10 août 1855. — Bing, à Paris. — Système de chauffage applicable à la cuisson de la porcelaine, faïence, poterie, et à d'autres industries.

294. — 30 août 1855. — Schlickeysen, à Berlin (Prusse). — Machine servant à couper l'argile, à laver, mélanger et travailler des matières pâteuses, et à faire des tuiles et briques.

295. — 22 septembre 1855. — Fowler jeune, à Paris. — Perfectionnements dans le drainage des terres.

296. — 15 octobre 1855. — Renouf, à Paris. — Application du drainage à l'assèchement des mines.

297. — 30 octobre 1855. — Pouyat et Baignol, à Limoges (Haute-Vienne). — Système de four à feu continu ou discontinu, propre à la cuisson des produits divers de la céramique.

298. — 14 novembre 1855. — Prost, à la Tour de Salvagny (Rhône). — Système de machine propre au moulage des tuyaux en terre cuite.

299. — 16 novembre 1855. — Rebière et Michel, à Mâcon (Saône-et-Loire). — Système de fabrication de tuyaux de drainage.

300. — 17 novembre 1855. — Devevey, à Beaune (Côte-d'Or). — Fabrication de briques.

301. — 24 novembre 1855. — Roque, à Sainte-Foy-la-Grande (Gironde). — Système de fabrication de briques.

302. — 30 novembre 1855. — D'Heruel, à Paris. — Procédé de moulage à sec des tuiles et briques.

303. — 5 décembre 1855. — Blot et Leperdrieux, à Paris. — Système de fabrication de tuyaux de drainage.

304. — 29 décembre 1855. — D'Hunolstein, à Ottange (Moselle). — Briques, tuiles, etc., fabriquées avec des boues provenant des mines de fer.

Pour avoir communication d'un brevet d'invention, s'il est expiré ou tombé en déchéance, il n'y a qu'à aller à la bibliothèque du Conservatoire des Arts et Métiers, rue Saint-Martin, n° 292. Si le brevet n'est pas expiré, il reste en dépôt à la Direction de l'Agriculture et du Commerce, rue de Varennes, n° 78 *bis*, où on laisse lire les mémoires descriptifs, mais sans en permettre la copie, tous les jours, de midi à trois heures. Connaissant le nom du breveté et l'année du brevet, il n'y a qu'une courte recherche à faire dans les catalogues pour avoir le numéro du brevet, qui est immédiatement communiqué par les employés de service.

Le premier brevet qui ait directement en vue le drainage est celui de M. Ainslie (n° 115), pris le 23 décembre 1845. Ce n'est qu'en 1849 (brevet n° 168 de M. Thackeray) que l'on voit apparaître le mot *drainage* dans les titres des brevets. Jusqu'alors les efforts des inventeurs, pour les questions qui nous occupent dans cet ouvrage, ne s'étaient portés que sur les perfectionnements à introduire dans les machines à briques et dans les procédés de cuisson. La fabrication des tuyaux de drainage a profité de toutes les améliorations introduites dans l'industrie du briquetier et du tuilier, industrie à laquelle elle est venue s'annexer et qu'elle doit développer.

Le tableau suivant résume, année par année et par nature d'objets, le mouvement des inventions relatives au drainage. On voit que, comme en Angleterre, c'est dans les dernières années que se sont multipliés les efforts des inventeurs, qui du reste sont loin de remonter à une époque aussi reculée que dans la Grande-Bretagne.

OBJET DES BREVETS.	1806.	1813.	1819.	1823.	1824.	1825.	1826.	1827.	1828.	1829.	1830.	1831.	1832.	1833.	1834.	1836.	1837.	1838.	1839.	1840.	1841.	1842.	1843.	1844.	1845.	1846.	1847.	1848.	1849.	1850.	1851.	1852.	1853.	1854.	1855.
Machines, charrues et systèmes pour le drainage, le creusement, l'assèchement et l'enlèvement des terres, etc....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1	"	"	3	3	2	1	"	"	"	"	1	1	1	"	1	1	1	3	1	4
Machines et procédés pour fabriquer les briques, tuiles, tuyaux, etc................	"	2	1	1	1	2	3	2	3	3	2	2	"	1	1	2	2	6	4	10	3	8	7	9	5	16	13	4	6	9	8	9	11	15	19
Fabrication de tuyaux de drainage....................	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1	2	"	"	2	3	9
Draguage.............	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Épuration et malaxage de la terre....................	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1	"	"	1	"	"	1	"	"	"	"	"	"	1	"	"	2
Fours et appareils pour la cuisson et le séchage des briques, tuyaux, tuiles, etc.........	1	"	"	"	"	"	"	"	"	1	"	1	"	"	1	1	1	2	2	5	"	1	2	"	4	5	6	1	2	"	"	2	10	4	5
Irrigation et distribution des engrais.................	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1	"	"	"	"	"	2	"	"
Tuyaux de cours d'eau.......	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1	1	"	"	1
Drainage des villes..........	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1	"	"
Drainage des mines..........	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1
Sondage..................	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1	"	"
TOTAUX...........	1	2	1	"	1	2	3	2	3	4	2	3	1	1	3	3	3	11	10	17	4	10	9	9	10	22	21	6	9	12	10	14	30	23	41

Total des brevets pris pendant cinquante ans.................... 304

CHAPITRE III

Bibliographie du drainage

Nous nous sommes attaché à réunir dans notre bibliothèque tout ce qui a été publié sur le drainage; nous avons donc entre les mains la presque totalité des ouvrages, en français, en anglais ou en allemand, dont nous allons donner les titres et un court aperçu. Pour les écrits, en petit nombre, dont nous n'avons pas pu nous procurer encore un exemplaire, nous n'indiquerons que les titres, d'après les renseignements plus ou moins exacts que nous avons trouvés dans divers auteurs.

Nous ne nous sommes pas dissimulé, en écrivant ce chapitre, que nous faisions une chose inusitée et difficile; mais comme il est utile pour les draineurs d'avoir des renseignements consciencieux sur les publications diverses qui concernent leur art, nous avons fait taire nos hésitations. Nous donnons des résumés, et non pas des critiques; par conséquent nous n'avons pas à craindre de manquer à l'impartialité et à l'exactitude que nous avons toujours regardées comme nos premiers devoirs.

1° *Ouvrages en français*

On a dit que le premier ouvrage original écrit en français sur le drainage, ouvrage ayant quelque importance, et qui ne fut pas une simple traduction, n'avait paru qu'au milieu de 1853. C'est une erreur commise au préjudice de M. Jules Naville, de Genève, qui, dès 1845, a fait paraître un traité d'une véritable valeur sur cette question. Nous commencerons, pour cette raison, notre nomenclature par les ouvrages de M. Naville; nous suivrons en-

suite, autant que possible, l'ordre des dates des publications.

---

1. De l'Assainissement des terres ou drainage, amélioration agricole, par Auguste-Jules Naville, membre de la classe d'agriculture de Genève. Un vol. in-12 de 118 pages et 3 planches. Genève, 1845.

Dans ce petit ouvrage, très-clairement rédigé, et où le mot *drainage* est déjà transporté dans notre langue, les procédés d'exécution indiqués ne concernent encore que l'emploi des tuiles courbes avec semelles; mais les effets du drainage sont très-bien exposés.

M. Naville a publié, en mai 1846, août et novembre 1849, février 1850, une série d'articles sur le drainage, qui ont été réunis en une brochure sous ce titre :

2. De l'Assainissement des terres et du Drainage, par M. Jules Naville, cultivateur à Charmes (Vosges). Un vol. in-12 de 83 pages. Paris, 1850.

Ce nouvel ouvrage contient une description et l'emploi des tuyaux, et l'indication des meilleures machines alors connues.

M. Naville n'a pas cessé de suivre et de faire connaître tous les progrès de l'art nouveau. En 1854 il a fait paraître un nouveau mémoire intitulé :

3. Perfectionnements à apporter à la pratique du drainage. Mémoire lu à la classe d'agriculture de la Société des Arts de Genève. Une brochure in-8° de 48 pages et une planche. Genève, 1854.

On trouve dans cet opuscule un aperçu des résultats

constatés dans les travaux de drainage exécutés par les agriculteurs genevois.

---

4. Observations sur le desséchement et l'assainissement des terres. Brochure in-8° de 32 pages. Paris, 1846.

Cette brochure contient deux lettres, l'une de M. le comte du Manoir et l'autre de M. Thackeray. C'est un résumé succinct de l'opération du drainage, telle qu'elle commençait à être pratiquée en Angleterre sur une grande échelle, avec des tuyaux. Seulement, le mot *drainage* n'est pas employé; il est traduit par le mot desséchement. La machine à tuyaux recommandée est celle d'Ainslie, que M. Thackeray avait importée en France.

---

5. Philosophie et Art du Drainage, par Thackeray. Brochure in-8° de 95 pages. Paris, 1849.

Cette brochure très-intéressante, donnée par M. Thackeray comme une œuvre originale, n'est qu'une traduction, le plus souvent littérale, quelquefois libre, d'une publication de M. l'ingénieur anglais Parkes, que nous mentionnerons parmi les ouvrages sur le drainage écrits en anglais.

---

6. Note sur le Drainage, par un praticien. Brochure in-8° de 16 pages et une planche. Paris, 1849.

Cette courte notice est due à M. Lupin, qui a fait le premier du drainage complet avec tuyaux, dans le département du Cher. C'est un exposé très-lucide de la manière d'opérer et des principaux effets qu'on doit obtenir.

---

7. Du Drainage des terres, par M. de Saint-Venant, ingénieur en chef des ponts et chaussées. In-8° de 16 pages. Paris, 1849.

Dans cet opuscule, qui est un tirage à part d'un article paru dans les *Annales des chemins vicinaux*, l'auteur s'est attaché à relier par des formules les divers éléments de l'établissement des tranchées : profondeur et écartement des drains, pente, longueur et diamètre des tuyaux, etc.

---

8. Faits et observations sur l'utilité du drainage perfectionné, par le baron Mertens-d'Ostin. In-8° de 20 pages. Bruxelles, 1849.

L'auteur a été un des premiers à pratiquer le drainage complet en Belgique. Il rend compte des procédés qu'il a employés et des résultats qu'il a obtenus, et il montre les avantages que son pays doit retirer de l'application de cette amélioration du sol faite sur une grande échelle.

---

9. Du Drainage profond, par Parkes, traduit de l'anglais par Saint-Germain-Leduc. Brochure in-12 de 36 pages. Paris, 1850.

C'est le tirage à part d'un article paru dans le *Journal d'Agriculture pratique*, 3e série, t. I, p. 421 (20 août 1850).

---

10. Guide du Draineur, ou Traité pratique sur l'Assainissement des terres, par Henry Stephens, traduit par A. Faure, ingénieur civil, professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures. Un vol. in-8° de 416 pages. Paris, 1850.

Cet ouvrage est un peu confus ; c'est un défaut que présentent beaucoup de traités composés par des auteurs étrangers. Malgré le grand intérêt qu'il présente, il a plutôt ralenti qu'activé la propagation du drainage, en jetant de l'obscurité sur beaucoup de questions; mais

aussi il a fait approfondir les difficultés, et, à ce point de vue, il est venu en aide au progrès. Il a eu trois éditions en Angleterre, outre qu'il faisait partie du remarquable livre du fermier de Stephens. M. Faure a rendu service en le faisant connaître en France par son excellente traduction.

---

11. Manuel pratique du Drainage, par Stephens, traduit de l'anglais par F. d'Omalius; suivi d'une notice sur le drainage par Leclerc, sous-ingénieur des ponts et chaussées. Un vol. in-12 de 332 pages. Bruxelles, 1850.

La première partie de ce volume (240 pages et 49 figures) est une traduction souvent littérale, mais parfois abrégée, de l'ouvrage anglais que l'on connaissait déjà en France par la traduction de M. Faure. La notice de M. Leclerc constitue la partie vraiment importante de l'ouvrage; elle forme 87 pages et compte 39 figures; c'est un résumé destiné à faire disparaître les obscurités que nous avons signalées tout à l'heure dans l'ouvrage de Stephens.

M. Leclerc a rendu de grands services à la question du drainage, non-seulement par des travaux sur le terrain, non-seulement aussi par ce premier écrit dont nous venons de donner le titre, mais encore par la publication de deux traités dont nous aurons à parler plus loin. Ses ouvrages ont servi à beaucoup d'auteurs, et ils ont guidé un grand nombre de praticiens.

M. Leclerc a le premier décrit les machines à faire les tuyaux de Clayton et de Williams; ce sont ses descriptions elles-mêmes que nous avons reproduites dans le livre IV de cet ouvrage (t. Ier, p. 160, 161, 162, 163, 169, 170 et 171).

On trouve aussi dans le même ouvrage l'indication des

regards, dont d'autres ingénieurs ont tiré un parti avantageux en les modifiant légèrement.

---

12. Lettre sur le Drainage adressée à M. le Président de la République, par Fontaine-Guichard. In-8° de 14 pages. Lille, 1850.

Cette lettre avait pour but d'attirer l'attention du chef de l'État sur les résultats avantageux obtenus en Angleterre, en Écosse et en Belgique, par le drainage, et de montrer que cette opération ne serait pas moins fructueuse dans le département du Nord que dans ces différents pays.

---

13. Du Drainage appliqué à la construction et à l'entretien des routes et des chemins, par Bassompierre-Sewrin, ingénieur des ponts et chaussés. In-8° de 14 pages. Paris, 1850.

Comme le titre de cet opuscule l'indique, M. Bassompierre-Sewrin a pensé avec raison que le drainage appliqué aux routes macadamisées, raffermissant et rendant les terres plus résistantes, devait apporter une économie dans l'établissement et dans l'entretien de ces routes. C'est cette idée qu'il développe, en décrivant les moyens d'exécution et en calculant les prix de revient ainsi que les avantages à obtenir.

---

14. Drainage, ou Dessèchement et asséchement des terres, par Achille Adam. Cinq brochures in-8° de 8 à 16 pages chacune. Boulogne-sur-Mer, 1850, 1851, 1853, 1855.

M. Achille Adam a été un des premiers et des plus ardents propagateurs du drainage dans le nord de la France. Dès le mois de novembre 1850, il disait tous les avantages qu'on en avait retirés en Angleterre, et il citait les opérations effectuées déjà en France à cette époque par MM. du

Manoir (Seine-et-Marne), Lupin (Cher), Vandercolme (Nord). Il encourageait une fabrique de tuyaux montée par M. Bourgeois, près de Boulogne, et il combattait énergiquement les incrédules. Chaque année il a eu le plaisir et l'honneur d'encourager le progrès, et d'exciter le zèle de ses compatriotes en racontant les succès qu'il avait prévus.

---

15. Instruction sur le Drainage, publiée sous les auspices de la Commission hydraulique du département de la Sarthe. Un vol. in-12 de 86 pages. Le Mans, 1851.

Nous regardons cet écrit très-succinct comme un des meilleurs qui aient paru sur le drainage exposé d'une manière succincte et élémentaire. Il est dû à M. de Hennezel, ingénieur en chef des ponts et chaussées. La pratique de l'opération est décrite dans tous ses détails, et les effets que produit le drainage sont discutés avec méthode et clarté.

---

16. Drainage, par M. de Vigneral, membre de plusieurs Comices. Brochure in-12 de 24 pages. Argentan, 1851.

Espèce de catéchisme du drainage, destiné à l'enseignement agricole élémentaire, cet écrit peut être avantageusement placé entre les mains des enfants des écoles primaires; il expose succinctement l'opération et ses effets.

---

17. Traité sur l'Aménagement des eaux en général, sur les Irrigations et sur le Drainage, suivi de l'essai sur les chemins vicinaux, comprenant les règles applicables : 1° aux alignements le long des voies publiques de toute nature; 2° aux constructions communales; 3° à la police et à la conservation des chemins ruraux, avec des modèles d'arrêtés et d'actes administratifs, par

A. Vitard, agent-voyer de l'arrondissement de Beauvais. Un vol. in-8° de 186 pages. Beauvais, 1851.

M. Vitard a compris de bonne heure l'importance du drainage, et il a mis au service de sa propagation un grand zèle et une grande activité. Dans l'ouvrage dont nous venons de reproduire le titre, les principes généraux et l'opération nouvelle sont seulement exposés à grands traits; nous allons voir l'auteur le développer dans des écrits subséquents. Le *Traité sur l'Aménagement des eaux* contient le projet de l'association de drainage de l'Oise, que M. Vitard est parvenu à fonder.

---

18. Le Drainage au Charmel (Aisne), par M. Gomart. In-8° de 12 pages. Saint-Quentin, 1851.

Cet opuscule contient la description des travaux de drainage exécutés au Charmel (Aisne) par M. de Rougé, avec le plan de l'une des pièces améliorées, et les figures de la machine d'Ainslie et des outils à main pour l'ouverture des tranchées. M. Gomart a été l'un des premiers propagateurs du drainage dans le nord de la France.

---

19. Notice sur le Drainage, par Julien Lefebvre, président du Comice agricole de Lille. Brochure in-8° de 25 pages. Lille, février 1852.

Cette brochure est un résumé des avantages généraux du drainage et des bienfaits que les agriculteurs du département du Nord doivent en retirer.

---

20. Pratique du Drainage. — Rapports sur les expériences entreprises pour l'application du drainage: 1° à l'assèchement des terres humides; 2° au dessèchement complet et à la mise en cul-

ture des fossés de division intérieure et d'écoulement, dont l'existence est si préjudiciable aux intérêts agricoles du nord de la France. Deux brochures in-8° de 20 et 24 pages. Paris, 1852 et 1853.

Dans ces brochures, M. Vandercolme, à qui on doit l'introduction du drainage dans l'arrondissement de Dunkerque (Nord), a décrit avec beaucoup de soin les expériences qu'il a exécutées avec succès pour montrer le grand avantage du drainage en général et du remplacement des fossés ouverts par des conduits ou tuyaux placés au fond de tranchées couvertes. Nous rendons compte en leur place de ces bons travaux.

---

21. Circulation ou Stagnation, par Ward. In-8° de 8 pages. Bruxelles, 1852.

Cet opuscule contient deux discours prononcés en septembre 1852 au Congrès d'Hygiène réuni à Bruxelles. L'orateur a voulu montrer, que dans les villes comme dans les campagnes, l'eau stagnante est nuisible, mais que l'eau qui coule est fertilisante ou apporte la salubrité.

---

22. Lettre sur le Drainage, par M. Louis de Rougé. In-4° de 12 pages. Paris, novembre 1852.

Dans cet opuscule M. de Rougé, l'un des premiers propriétaires qui aient exécuté en France le drainage sur une grande échelle, décrit les résultats très-remarquables qu'il a obtenus au Charmel (Aisne).

---

23. Traité de Drainage, ou Essai théorique et pratique sur l'Assainissement des terres, par Leclerc, sous-ingénieur des ponts et chaussées, chef du service du drainage en Belgique. Un vol. in-12 de 354 pages. Bruxelles, 1853.

Une édition in-8° de ce traité a été faite à Paris, en 1854; elle forme un volume de 360 pages, avec 127 figures intercalées dans le texte.

Le livre est divisé en deux parties : 1° du drainage ; 2° de la fabrication des tuyaux. Voici les titres des chapitres.

Première partie. — I. Introduction. — II. Du rôle de l'eau dans la végétation et des inconvénients qu'entraîne le séjour prolongé d'un excès d'humidité dans le sol. — III. Examen des principales causes qui diminuent la fertilité des terrains humides. — IV. Supériorité du drainage souterrain sur les autres moyens pour assainir les terrains humides. — V. Exposé général des diverses méthodes de drainage souterrain et des circonstances auxquelles elles s'appliquent. — VI. Comment on reconnaît un terrain qui nécessite un drainage. — VII. Du mode d'action des saignées souterraines dans le drainage complet, et des changements qu'elles apportent dans différents sols. — VIII. Indication des points auxquels il faut avoir égard dans l'application du drainage complet. — IX. Principes qui déterminent la position des drains sur la surface du sol. — X. De la profondeur à laquelle les conduits des drains doivent être placés. — XI. Principes qui règlent l'écartement des drains. — XII. Des diverses manières de faire les conduits des drains et de leur mérite respectif. — XIII. De la pente à donner aux drains. — XIV. Dimensions du conduit des drains. — XV. Longueur des drains. — XVI. Application des principes qui précèdent à la confection d'un drainage complet. — XVII. Mode d'exécution des travaux de drainage. — XVIII. Exposé de la méthode de drainage d'Elkington. — XIX. Des obstructions qui peuvent se produire dans les drains et des moyens de les combattre. — XX. Des dépenses qu'occasionne l'établis-

sement du drainage. — XXI. Des avantages généraux du drainage et des bénéfices qu'il procure.

Deuxième partie. — I. Importance de la fabrication des tuyaux. Choix de l'emplacement, et distribution intérieure d'une fabrique. — II. Choix, extraction et préparation des terres. — III. Description, emploi et comparaison des machines qui servent à mouler les tuyaux. — IV. Séchage des tuyaux. Disposition des séchoirs. — V. Cuisson des tuyaux. Distribution des fours. — VI. Situation des fabriques de tuyaux en Belgique. Prix de revient des tuyaux. Coût de leur fabrication.

Le lecteur voit que le Traité de M. Leclerc embrasse la plupart des questions que la pratique et la théorie du drainage artériel soulèvent. L'auteur a écrit spécialement pour la Belgique ; mais les indications précises qu'il donne sont applicables à tous les pays, et il discute parfaitement les effets du drainage dans les différentes natures de sol et sous divers climats.

---

24. **État, progrès et avenir du Drainage en France. De sa pratique et de son application dans le département de la Moselle, par le comte F. Van der Straten-Ponthoz, membre de l'Académie de Metz et de la Société agricole de l'est de la Belgique. Un vol. in 8° de 108 pages avec 4 planches. Metz, 1853.**

Cet ouvrage a eu une seconde édition en 1854.

A côté des renseignements généraux donnés succinctement, comme dans les autres écrits relatifs au drainage, l'auteur a indiqué les applications spéciales aux départements du Nord-Est, et particulièrement à ceux de la Meurthe et de la Moselle. C'est là un service rendu analogue à celui que, dans le cours de cette revue bibliographique, nous signalons dans les écrits de MM. de Hennezel, La-

mairesse, Paumier, Maitrot de Varennes, Léon Martres, etc., pour la Sarthe, le Jura, la Charente-Inférieure, la Haute-Garonne, les Landes, etc. J'ajouterai que M. de Straten-Ponthoz a été, en 1851, le rapporteur du Congrès central d'Agriculture, qui a émis alors des vœux importants pour l'encouragement du drainage.

---

25. Le Drainage et l'Irrigation, par F. Midy, ingénieur civil, secrétaire archiviste de la Société académique départementale des Sciences, Arts, Belles-Lettres et Agriculture de Saint-Quentin. Brochure in-8° de 22 pages. Paris, 1853.

Le but de l'auteur est de protester contre la manie de ce qu'il appelle faire *mousser le drainage*. Il prétend que l'introduction du drainage sur les quatre-vingt-dix-neuf centièmes du sol de la France serait non-seulement inopportune, mais nuisible, attendu que le soleil se charge suffisamment, et même avec trop de zèle, de pomper l'humidité excédante; c'est l'irrigation qui devrait être prêchée. L'auteur consacre huit pages à la critique du drainage, et quatorze à la louange de l'arrosage.

---

26. Sur la Question du Drainage. — Rapports à M. le préfet de la Loire sur la situation des travaux de drainage et d'irrigation dans ce département, par Cr Mille, ingénieur-draineur. Trois brochures in-8° de 90, 48 et 120 pages. Montbrison, 1853, 1854, 1855.

Dans ces trois brochures, M. Mille décrit avec précision la pratique du drainage en général et son application au département de la Loire. Il rend compte avec soin de tous les travaux exécutés ou en cours d'exécution, et des résultats obtenus. Nous avons emprunté à l'habile ingénieur les détails qui sont d'un intérêt général. Nous dirons seu-

lement ici que ses publications ont été très-utiles pour la propagation du drainage dans le centre de la France.

---

27. Observations pratiques sur un moyen économique d'Assainissement des terres de culture, et résultats du système, par le comte de Besenval. In-8° de 8 pages. Paris, 1853.

L'auteur ne se dissimule pas les avantages du drainage complet avec conduits souterrains. Toutefois il rapporte, pour les agriculteurs qui ne pourraient pas faire les frais d'une telle opération, qu'il a considérablement amélioré 250 hectares de terres humides en les partageant en planches de 15 mètres de large par des fossés ayant $0^m.33$ de profondeur et $1^m.33$ de largeur.

---

28. Le Drainage en Bretagne, par J. de Lescoet. In-12 de 23 pages. Rennes, mai 1853.

Cet opuscule est le tirage à part de deux articles publiés par M. de Lescoet dans le *Journal de Rennes*. L'auteur y décrit lès avantages généraux du drainage et les effets qui ont été constatés dans une partie de la Bretagne où M. Milliet, ingénieur-draineur-irrigateur, a exécuté beaucoup de travaux.

---

29. Études sur le Drainage au point de vue pratique et administratif. Extraits d'un rapport à M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, par Hervé-Mangon, ingénieur des ponts et chaussées. Un vol. in-8° de 378 pages et 12 planches. Paris, juin 1853.

Le rapport suivant sur cet important ouvrage a été fait à l'Académie des Sciences, le 30 janvier 1854 (commissaires : MM. de Gasparin, Boussingault, Rayer, Decaisne ; Péligot, rapporteur) ;

« M. le baron de Morogues a fondé un prix qui doit être décerné tous les dix ans, par l'Académie des Sciences, à l'ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'agriculture en France.

« La commission que vous avez chargée d'examiner les pièces relatives à ce Concours, est d'avis de décerner le prix de M. de Morogues à l'ouvrage publié par M. Hervé-Mangon, ingénieur des ponts et chaussées, sous le titre de : Études sur le Drainage au point de vue pratique et administratif.

« Au nombre des améliorations que l'agriculture a réalisées de nos jours, il faut placer au premier rang l'assainissement des terres par le drainage.

« Quoique l'art d'améliorer le sol par l'emploi de conduits souterrains remonte à une époque fort reculée, cet art n'est devenu d'une application générale que depuis qu'on a substitué les tuyaux de terre cuite aux rigoles et aux matériaux de diverse nature qu'on employait anciennement. Cette substitution a été faite d'abord en Angleterre, du moins sur une grande échelle; car la découverte toute récente de tuyaux de drainage placés, il y a plus de deux siècles, avant l'année 1620, dans le jardin d'un couvent de moines oratoriens, à Maubeuge, nous donne des droits incontestables à la priorité de l'emploi de ces conduits en terre (1).

« Chargé en 1850, par M. le ministre des travaux publics, d'étudier en Angleterre et en Irlande cette question du drainage, M. Hervé-Mangon s'est voué à cette étude avec autant de zèle que de succès. L'ouvrage qu'il a publié, et qui est extrait du Rapport adressé par lui à l'administration sur cet important sujet, est divisé en deux

(1) Voir liv. I, chap. VI, t. I, p. 28.

parties : dans la première il décrit avec détail les diverses opérations du drainage; après quelques notions historiques sur l'origine de cet art, il s'occupe de l'établissement des drains garnis de tuyaux en terre cuite, puis de la fabrication de ces tuyaux; il examine le mode d'action du drainage sur les terres, et il discute les merveilleux effets que produit cette pratique en asséchant le sol, tout en lui conservant un degré convenable d'humidité, en augmentant sa température d'une manière notable, en le rendant plus fertile par l'introduction des gaz et des substances nécessaires au développement des végétaux, enfin, en améliorant l'état sanitaire des hommes et des animaux sous l'influence des modifications atmosphériques qui sont produites par les grands travaux de drainage.

« Ces importants résultats ont pu être facilement constatés en Angleterre, puisque, grâce aux avances faites par l'État dans le but de favoriser ces travaux, avances qui dépassent aujourd'hui 180 millions de francs, l'étendue des terres drainées dans ce pays n'est pas moindre de 700,000 à 800,000 hectares.

« M. Hervé-Mangon s'occupe ensuite des résultats financiers des travaux de drainage, tant en Angleterre qu'en France et en Belgique. Il établit que ces travaux, faits avec discernement, doivent être considérés comme l'une des opérations agricoles les plus lucratives et les plus sûres.

« La seconde partie de l'ouvrage de M. Hervé-Mangon est relative à l'intervention du gouvernement anglais dans l'exécution de ces travaux et dans les améliorations agricoles d'intérêt public ou privé. Cette partie renferme des renseignements précieux sur la législation anglaise et sur l'organisation des compagnies agricoles en Angleterre, Enfin, l'auteur donne, dans un volumineux appendice, la

traduction des principales lois anglaises relatives à ces améliorations, ainsi que les règlements et les instructions nécessaires à l'intelligence complète de l'organisation administrative, concernant les travaux exécutés avec le concours de l'État.

« Ces détails suffisent pour faire apprécier l'importance de l'ouvrage de M. Hervé-Mangon ; c'est un excellent manuel de drainage, dans lequel les ingénieurs et les agronomes trouvent tous les renseignements nécessaires à la pratique de cette opération ; l'auteur de cet ouvrage a lui-même exécuté, dans plusieurs localités, des travaux de drainage fort importants.

« D'après ces considérations, la commission propose à l'Académie de décerner à M. Hervé-Mangon le prix fondé par M. de Morogues. »

---

30. Manuel de Drainage, publié, sous les auspices de MM. les préfets de l'Ain, du Jura et du Doubs, par M. Lamairesse, ingénieur hydraulique du département du Jura, ancien élève de l'École polytechnique, etc.

La première édition du *Manuel de Drainage* de notre ancien camarade d'école, M. Lamairesse, a paru en 1853 ; elle ne contenait que 88 pages in-12 et 1 planche. Elle a été suivie d'une seconde édition en 1854, et d'une troisième en 1856. Cette dernière, également in-12, est composée de 275 pages et de 7 planches ; elle se partage en onze chapitres, ainsi qu'il suit :

I. Manière dont le drainage agit sur les terres. — II. Effets du drainage sur l'économie agricole et domestique. — III. Disposition générale d'un drainage. — IV. Profondeur et espacement des drains. — V. Des conduits. — VI. Préparation et exécution d'un projet de drainage. — VII. Applications. — VIII. Du drainage dans les pays d'étangs. —

IX. Desséchement des marais de Vesvres. — X. Législation du drainage et des assainissements. — XI. Organisation financière et administrative du drainage.

Dans un appendice, M. Lamairesse donne la description du drainage par perforation, pratiqué en Hollande.

---

31. Résumé des Conférences agricoles sur le Drainage, faites dans les cantons ruraux du Calvados, par ordre du conseil général, par J. Morière, professeur d'agriculture du département. Ouvrage approuvé et recommandé par l'Association normande. Brochure in-18 de 96 pages. Caen, 1853.

Après une description élémentaire des procédés d'exécution du drainage et des divers avantages de cette opération, M. Morière s'occupe de l'application qu'il y a lieu d'en faire dans le Calvados et dans les départements voisins. C'est un résumé net, concis, et qui a dû convaincre les cultivateurs normands, auxquels il était destiné.

---

32. Mémoire sur le Drainage, par le baron d'Hombres-Firmas, membre correspondant de l'Institut et de la Société centrale d'Agriculture de l'Hérault, etc. In-8° de 12 pages. Montpellier, 1853.

Ce mémoire a pour but de rappeler les *valas-fatiés* qui existent dans le département du Gard depuis plusieurs siècles, et qui ne sont que du drainage exécuté avec des pierres.

---

33. Du Drainage, par M. Félix Réal, ancien conseiller d'État, vice-président du Comice agricole et de la Chambre consultative d'Agriculture de l'arrondissement de Grenoble. In-12 de 36 pages. Paris, 1853.

Cet opuscule, écrit pour la petite bibliothèque économique et rurale à 25 centimes le volume, est un excellent

traité élémentaire de drainage. L'auteur passe successivement en revue toutes les questions que cette opération soulève : anciens procédés d'assainissement, fabrication des tuyaux, des terres à drainer, exécution et effets du drainage; il termine par l'indication des travaux effectués dans l'Isère, où il a exécuté lui-même du drainage sur une grande échelle.

---

34. Instruction élémentaire et pratique sur le Drainage, par Carmignac-Descombes père. In-8° de 23 pages, avec 2 planches. Montauban, juin 1853.

Cette brochure présente un résumé de la pratique du drainage, et il montre quels avantages importants le département de Tarn-et-Garonne pourrait retirer de cette opération.

---

35. Notice sur le Drainage, par Alfred Cornudet. In-8° de 16 pages. Guéret, 1853

M. Cornudet rapporte qu'il a accompagné M. Leclerc, chef du service du drainage en Belgique, pendant l'opération que celui-ci a faite dans le Médoc pour drainer une partie de la propriété de M. Duchatel. Il a pris, en suivant M. Leclerc durant vingt jours, une connaissance approfondie des pratiques recommandées par cet habile ingénieur. Ce sont les connaissances ainsi acquises qu'il résume dans l'opuscule dont nous venons de transcrire le titre. Il explique ensuite d'une manière claire la théorie du drainage dans quelques-uns de ses effets principaux.

---

36. Manuel du Drainage des terres arables, par J.-A. Barral, directeur du *Journal d'Agriculture pratique*. Un vol. in-12 de 824

pages, avec 233 figures intercalées dans le texte, et 7 planches. Paris, avril 1854.

Nous avons tenu à placer ici, à son rang de date, le titre du *Manuel de Drainage*, dont l'ouvrage actuel est la seconde édition ou plutôt le développement. Nous avons eu l'honneur de voir notre œuvre jugée par un illustre agronome; nous sommes trop reconnaissant de ce jugement pour ne pas le transcrire dans cette revue bibliographique; il indique d'ailleurs nettement ce que nous avons ajouté de neuf à l'explication des effets du drainage. M. de Gasparin s'est exprimé en ces termes, dans le numéro du *Journal d'Agriculture pratique* du 20 mai 1854.

« Les lecteurs du *Journal d'Agriculture pratique* ont suivi avec beaucoup d'intérêt l'excellent travail de M. Barral sur le drainage. Il y a analysé tout ce qui a été publié sur cette matière tant en France qu'en Angleterre; il y a décrit tous les procédés qui se rattachent à cette importante opération, depuis la fabrication des tuyaux jusqu'au moment de leur pose. Enfin, ne se bornant pas à ce rôle de rapporteur, il vient de terminer son œuvre en essayant de réduire en théorie tous les frais de pratique qu'il avait déroulés sous les yeux de ses lecteurs. Je désire consigner ici quelques observations que suggère ce travail.

« Le premier effet du drainage que l'on recherche surtout, c'est l'écoulement des eaux stagnantes, tant à la surface que dans l'intérieur de la terre. Après cet écoulement, les plantes se trouvent dans une situation plus favorable à leur végétation; leurs racines sont mises à l'abri de la macération qui, dans une humidité constante, ne tardait pas à les détruire; l'eau qui séjournait autour d'elles, chargée de principes en putréfaction, devenait désoxygénante et les privait d'un principe essentiel à leur

vie ; elle devient au contraire aérée. La solution d'humus qu'elle renferme étant plus concentrée, la plante reçoit plus de nourriture en moins de temps ; enfin, la température du sol s'élève avec sa dessiccation et devient plus favorable à la végétation. L'opération terminée, la terre, cessant d'être fangeuse pendant une grande partie de l'année, se laboure avec facilité dans toutes les saisons.

« Quelles sont les modifications qu'éprouve le sol sous l'influence du drainage? M. Barral observe que les argiles desséchées se fendillaient par l'effet du retrait ; que c'était ainsi que l'air, trouvant de nombreuses lacunes, pénétrait dans l'intérieur de la terre ; qu'il s'y établissait une circulation de haut en bas et de bas en haut, selon la variation de la température, l'air qui pénétrait par les tuyaux de drainage tendant à monter ou celui de la surface tendant à descendre, selon que le fond ou la surface avaient des températures différentes. Alors les matières organiques contenues dans le sol, mises en contact avec l'air, et un air échauffé, fermentaient, devenaient solubles et pouvaient servir à l'alimentation des plantes. De plus, l'eau de pluie, chargée, comme il nous l'a montré, d'ammoniaque ou de nitrate, ne s'arrêtait plus à la surface du sol, où les sels ammoniacaux s'évaporent promptement, mais pénétrait jusqu'à la racine des plantes.

« Cependant cette facilité d'infiltration faisait naître un doute sérieux. On pouvait craindre que les eaux n'entraînassent avec elles ces précieux principes de fertilité ; mais les expériences de M. Way montrèrent que la terre retenait tous les sels ammoniacaux, et M. Boussingault, ayant analysé l'eau qui s'écoulait des drains, y trouva beaucoup moins d'ammoniaque que n'en contenaient les eaux de pluie.

« Il semblait donc que l'on pouvait être complétement

rassuré sur l'appauvrissement que le sol pouvait éprouver par la filtration et l'évacuation de l'eau qu'il recevait et de celle qui séjournait dans les cavités. On en était là quand l'idée vint à M. Barral de chercher si ces eaux ne contiendraient pas de l'acide azotique; quelle ne futpas sa surprise de l'y trouver en quantité 12 fois plus grande que dans les eaux d'orage qui en étaient le plus chargées (*Manuel de Drainage*, p. 736)! Ainsi, outre cet acide amené par les pluies, il s'en formait encore dans le sol aux dépens de ses matières organiques, en présence de l'ammoniaque qui se forme dans la fermentation de ces matières et de celui de l'eau de pluie, action décrite par M. Kühlmann dans ses expériences agronomiques. Le drainage causerait donc un véritable appauvrissement du sol, qui, à la longue, pourrait finir par être sensible.

« Faudrait-il pour cela renoncer à une opération qui a produit des effets si salutaires? Évidemment non, sur tous les terrains habituellement humides et d'un faible rapport. Cette ammoniaque, cet acide azotique que vous regrettez, vous en devez la formation au drainage lui-même, qui permet la circulation de l'air dans le terrain et qui en élève la température. Le terreau aux dépens duquel il se forme était pour vous une matière morte; si une partie s'en écoule sans profit, le résultat de vos récoltes vous prouve que les plantes en utilisent une autre partie. Si un trésor était enfoui dans votre sol, préféreriez-vous le laisser ignoré et intact plutôt que d'en céder une partie à celui qui le découvrirait? Non sans doute. Vous en recevriez votre part, peut-être avec un peu de regret de ne pas l'avoir tout entier, mais au moins avec satisfaction pour la portion qui vous serait dévolue. Voilà justement ce que l'on doit se dire du drainage. La valeur de ma terre est considérablement accrue dans le présent, et je penserai à

l'avenir, en profitant de cette nouvelle source de fertilité, que j'acquiers, pour lui préparer de nouveaux engrais, de nouvelles richesses, qui puissent contre-balancer la perte de ce que l'eau du drainage entraîne.

« Ce nouveau point de vue résulte de la découverte des azotates dans cette eau, qui appartient incontestablement à M. Barral; et elle ne nous dispense pas, comme l'on voit, d'examiner les autres points de sa théorie. Il s'agissait de déterminer l'écartement des drains, étant donnée leur profondeur, celle à laquelle on veut se procurer un dessèchement complet, et enfin le degré auquel la terre possède ce que l'on appelle sa faculté rétentive, c'est-à-dire les obstacles qu'elle oppose à la filtration des eaux.

« En faisant des trous de sonde en travers des lignes de drains, après de grandes pluies, et en observant la profondeur à laquelle se trouvait l'eau de douze heures en douze heures, M. Clotterbuck a trouvé que le niveau de l'eau dans ces trous paraissait décrire une courbe qui partait du niveau des drains, avait son sommet convexe au milieu de leur écartement; que cette convexité était d'autant plus grande que les drains étaient moins écartés et que le terrain était plus apte à retenir l'eau (plus rétentif). C'est sur ces observations que M. Barral a établi une formule d'une exactitude mathématique, mais qui présente une inconnue difficile à déterminer par l'expérience. Cette inconnue, c'est la faculté rétentive du terrain.

« Si la force rétentive du terrain était nulle, l'eau descendrait de la hauteur de $4^{m}.9$ pendant la première seconde de sa chute; si elle était absolue, l'eau séjournerait à la surface, malgré tous les drains du monde.

« On sait que chaque sol s'empare, jusqu'à saturation, d'une certaine quantité d'eau relative à sa nature; que, par exemple, le sable siliceux en retiendra 0.25, et l'ar-

gile 0.70 de son poids. Si l'on remplit un tube de terre sèche, et qu'on y verse de l'eau, elle s'imbibera lentement dans la terre tassée, parce que ce n'est que de proche en proche que la saturation des particules de la terre a lieu, et que pas une goutte ne coule par le bas du tube jusqu'à ce que cette saturation soit complète. Or ce n'est pas là ce que nous pouvons appeler la faculté rétentive du sol, que l'on puisse comparer avec la chute des graves. Au contraire, si la terre est déjà saturée d'eau et que l'on en ajoute à la partie supérieure du tube, elle recommence presque instantanément à filtrer par la partie inférieure; et, en effet, il faut que cette rapidité soit bien grande, puisque, dans l'application de la formule mathématique de M. Barral, nous trouvons qu'elle donnerait $0^m.80$ de chute par seconde pour des drains éloignés de 15 mètres; c'est cependant le temps de cette chute qui peut porter le nom de faculté rétentive du terrain.

« On voit qu'elle n'a rien de commun avec les expériences de M. Clotterbuck, qui trouvait à peine 6 centimètres de descente en vingt-quatre heures. C'est qu'il y avait dans ses observations un mélange de l'hygroscopicité et de la force rétentive, dans lequel cette dernière entrait pour la plus faible part. On trouvera, dans la nature, des terrains où, après plusieurs jours de grande pluie, l'eau séjournera à la surface sans pénétrer dans l'intérieur; on en trouvera d'autres où des sondes indiqueront sa pénétration à différentes profondeurs; mais, après avoir obtenu ces premières données, il restera encore à expérimenter, pour chacune de ces circonstances, quel sera l'écoulement des drains suffisant pour débarrasser promptement de l'eau superflue la couche du sol où se passe la végétation. La théorie ne sera complète qu'après ces expériences, et en attendant nous en sommes réduits, quant à

la fixation de l'écartement des drains, à un simple empirisme qui est résumé dans la table de M. Spooner, rapportée à la page 499 du *Manuel de Drainage.*

« M. Barral, en décrivant les procédés actuels, et en donnant la théorie de leurs effets, aurait pu, sans doute, la compléter *a priori;* il ne l'a pas fait et attend que l'expérience ait résolu les questions encore indécises : c'est ce caractère de sagesse qu'il faut reconnaître dans tous ses travaux. Aussi peut-on suivre ses conseils avec confiance, et regarder son *Manuel* comme un bon travail pour les praticiens, auxquels il trace une ligne de conduite saine et prudente, et pour les théoriciens, auxquels il indique le point précis auquel la science est parvenue.

« Comte de GASPARIN,
« Membre de l'Académie des Sciences. »

---

37. Notes extraites de l'introduction du Draining Act, par M. le comte de Gourcy. In-8° de 16 pages. Paris, 1844.

Cette brochure est le résumé de l'introduction placée en tête du Commentaire des principales lois anglaises sur le drainage qu'a publié à Londres M. Dearsly. Cette introduction elle-même présente un résumé de l'enquête faite dans la Grande-Bretagne sur les effets du drainage et sur son prix de revient. M. de Gourcy s'est montré pour cette amélioration du sol, comme pour tous les progrès agricoles, un ardent propagateur. Dans ses intéressants *Voyages agricoles*, il a été un des premiers à vanter en France l'utilité d'une opération dont il avait constaté les merveilles à plusieurs reprises.

---

38. Manuel populaire du Drainage, par A. Vitard, agent-voyer principal, secrétaire-trésorier et directeur des travaux de l'Associa-

tion agricole philanthropique de Drainage du département de l'Oise. Ouvrage publié sous les auspices de cette association. Un vol. in-8° de 132 pages et 2 planches. Beauvais, 1854.

Cet ouvrage est le développement du chapitre consacré au drainage dans le Traité de l'Aménagement des eaux du même auteur, que nous avons cité plus haut (n° 17, p. 421). Voici l'ordre des matières : Considérations générales; causes auxquelles on doit attribuer la froideur des terres; avantages et résultats du drainage; signes auxquels on reconnaît la nécessité de l'appliquer; études préliminaires sur le terrain; exécution des travaux; pose des tuyaux; moyen de réduire la dépense d'exécution; remplissage des drains; engorgement des tuyaux; énoncé des différents systèmes de drainage; évacuation des eaux au moyen des puisards; arrangement que peuvent faire entre eux les propriétaires et les fermiers pour appliquer le drainage à frais communs; application du drainage aux maisons d'habitation; fabrication des tuyaux; histoire de l'Association agricole du Drainage de l'Oise.

M. Vitard a fait de son livre successivement quatre nouvelles éditions in-12, en 1855 et 1856. Il a voulu donner à son ouvrage une valeur moins locale, et il a cherché à le rendre utile à tous ses collègues les agents-voyers des autres départements ; il considère avec raison ces fonctionnaires comme devant être les principaux propagateurs et agents de l'exécution du drainage.

---

39. Traité de Drainage, ou lettres sur l'assainissement des terrains humides, par Leclerc, sous-ingénieur des ponts et chaussées, chef du service du drainage en Belgique. In-12 de 123 pages, avec 38 figures intercalées dans le texte. Bruxelles, 1854.

Ce petit Traité renferme la substance de l'Essai théorique et pratique sur l'Assainissement des terrains humides

publié antérieurement par M. Leclerc (n° 23, p. 423). Il se compose d'une introduction destinée à montrer l'importance du drainage pour la Belgique, et de neuf lettres consacrées à la description des diverses opérations que comporte l'art nouveau. Il fait partie de l'Encyclopédie populaire belge, publiée, sous le patronage du roi, par la Société pour l'Émancipation intellectuelle, et il est écrit pour les gens du monde. Voici les titres des neuf lettres qu'il renferme : — I. Aperçu historique sur l'origine du drainage, les perfectionnements qu'il a subis, son introduction et ses progrès en Belgique. — II. De l'influence qu'un excès d'humidité exerce sur la culture et sur la fertilité du sol. — III. Théorie du mode d'action des saignées souterraines dans le drainage complet. — IV. De la position, de la profondeur et de l'espacement des drains. — V. De la manière de faire les conduits des drains, de leurs dimensions, de leur pente et de leur longueur. — VI. De la fabrication des tuyaux de drainage. — VIII. Du drainage suivant la méthode d'Elkington. — IX. Des frais d'établissement du drainage et des bénéfices qu'il procure.

---

40. Traite pratique du Drainage, à l'usage des personnes qui veulent entreprendre de diriger des travaux de drainage dans les prés et dans les herbages, par Alfred d'Angleville. Brochure in-8° de 30 pages et une planche. Paris, 1854.

Nous avons rendu compte en ces termes de cet opuscule (*Journal d'Agriculture pratique*, n° du 5 août 1855) :

« Le Traité de M. d'Angleville est un résumé très-court de la question du drainage. L'auteur s'est surtout appuyé sur son expérience personnelle pour exposer les méthodes qu'il recommande. C'est en Normandie que se trouve son exploitation; c'est par conséquent sur les herbages qu'il a

trouvé avantageux d'exécuter cette importante amélioration du sol. Il donne à ses tranchées une profondeur de 1m.21, et il les éloigne de 15 mètres. Le prix des tuyaux dont il a fait usage a été de 28 fr. le mille; ces tuyaux avaient 0m.03 de diamètre intérieur. Il a employé 2,000 tuyaux par hectare, et les frais ont été de 210 à 230 fr. M. d'Angleville s'exprime ainsi sur les avantages qu'il a reconnus : « J'ai pu augmenter le nombre des bestiaux mis dans les herbages dans une proportion sensible. Le terrain est resté assez sec pendant l'hiver pour qu'il fût possible de laisser des bestiaux dans les herbages sans que le sol fût détérioré par les pas des animaux. Les moutons ont prospéré d'une manière remarquable, et nous n'avons eu aucun cas de la maladie qui a causé de si grands ravages, en 1853, dans les pâturages humides de notre province. Après le drainage, la quantité du foin dans les prés à faucher a présenté un changement très-favorable, et l'augmentation du produit a été d'un tiers; dans les temps de sécheresse, les herbages drainés étaient tapissés d'une herbe plus verte et plus abondante que les autres. » M. d'Angleville a rendu service à son pays en y faisant connaître le drainage, par ses travaux d'abord, et ensuite par son écrit très-lucide, très-court, et cependant complet pour les circonstances dans lesquelles il se trouve placé. »

---

41. Lettre sur le Drainage et l'Irrigation. — Note sur l'amélioration des marais desséchés de la Charente-Inférieure, par E. Paumier, ingénieur des ponts et chaussées, chargé du service hydraulique dans le département de la Charente-Inférieure. Deux opuscules de 15 pages chacun. La Rochelle, 1854.

Ces deux excellents opuscules, dus à un homme qui a pratiqué le drainage et l'irrigation avec succès, ont exercé une heureuse influence pour la propagation du dessèche-

ment dans une contrée qui doit en retirer de grands avantages. Pour le drainage des marais, le système de M. Paumier mérite surtout d'être signalé; nous le décrirons en son lieu.

---

42. Lois et Documents relatifs au Drainage. Un vol. in-4° de 216 pages. Paris, Imprimerie impériale, 1854.

Ce volume est la collection des lois anglaises relatives au drainage rendues de 1833 à 1850; il contient en outre trois rapports sur le drainage présentés au Parlement britannique ou à la chambre des Lords. Il a été imprimé par ordre de M. Dumas, ministre de l'agriculture et du commerce. Il est précédé d'une introduction due à M. Ernest Dumas et présentant un tableau historique des progrès du drainage dans la Grande-Bretagne.

---

43. Guide légal du Draineur, ou commentaire de la loi du 10 juin 1854, et des textes de législation antérieure concernant le libre écoulement des eaux provenant du drainage, par A. Bourguignat, avocat au conseil d'État et à la cour de cassation, auteur du Traité de Droit rural appliqué. Une brochure in-8° de 48 pages. Paris, 1854.

Nous avons soutenu naguère, contre M. Bourguignat, que la loi de 1854 était nécessaire, et nous l'avons trouvée insuffisante. La nouvelle loi intervenue en 1856 a rempli en partie un vide dans notre législation, mais elle ne l'a pas encore comblé. Certainement M. Bourguignat complétera son premier travail, auquel nous nous empressons de rendre justice, malgré la dissidence qui nous a séparés autrefois.

---

44. Nouveaux procédés d'Irrigation, de Desséchement et de Drainage spécialement applicables à la grande et à la petite industrie

agricole. Appareils servant à régulariser l'écoulement des liquides et leurs applications à l'industrie agricole et manufacturière, par C.-Théodore Tiffereau, ancien élève et préparateur de chimie à l'École professionnelle de Nantes. Brochure in-8° de 38 pages. Paris, 1854.

L'auteur propose un aérostat gonflé d'hydrogène pour élever l'eau, dans la grande culture, et une roue à chevilles, dans la petite. Il émet l'idée juste que l'irrigation doit être combinée avec le drainage. Enfin, ses appareils régulateurs pour l'écoulement des liquides reposent sur l'emploi du siphon flotteur, qui fait que la différence du niveau de l'eau à son entrée et à sa sortie reste invariable, et que par conséquent son écoulement a une vitesse constante.

---

45. Drainage, par Gustave Legrand, agent-voyer en chef du département de l'Aube. Deux brochures in-8° de 8 et 15 pages. Troyes, 1854 et 1855.

Ces deux brochures rendent compte, l'un à la Société d'Agriculture, l'autre au préfet de l'Aube, des résultats obtenus par le drainage dans les départements voisins, et sont le prélude des efforts qui vont être faits dans le département de l'Aube pour y propager une amélioration foncière qui doit y produire des avantages incontestables.

---

46. Rapport de la commission chargée par M. le préfet de l'Oise de constater les résultats que permettent d'obtenir les instruments agricoles perfectionnés et appropriés au drainage, par Perrot. In-8° de 16 pages. Beauvais, 1854.

Cet opuscule contient un rapport favorable sur l'emploi de la charrue à ouvrir les tranchées et de la herse à combler les drains que M. Vitard a imaginées. Nous avons

précédemment décrit ces instruments (liv. V, chap. XXIII et XXX, fig. 357 et 415, p. 220 et 315).

---

47. Résumé de deux leçons faites à la Faculté des Sciences de Caen sur le Drainage, par Isidore Pierre, membre correspondant de l'Institut, professeur de chimie générale et de chimie appliquée à l'agriculture, etc. In-12 de 23 pages. Caen, 1854.

Ces deux leçons, faites par l'habile professeur de chimie de la Faculté des Sciences de Caen, présentent un résumé rapide de la théorie du drainage et de ses effets; elles se divisent en 10 paragraphes de la manière suivante : — I. Idée générale du drainage. — II. Effets généraux. — III. Échauffement du sol. — IV. Modification et ameublissement du sol. — V. Circulation de l'air. — VI. Accroissement de la fertilité du sol. — VII. Assainissement des contrées où le drainage est pratiqué sur une grande échelle. — VIII. Utilisation des eaux du drainage. — IX. Obstruction accidentelle des tuyaux. — X. Résumé.

---

48. Drainage. — L'art de tracer et d'établir les drains, par J. Grandvoinnet, ingénieur, professeur de génie rural à l'École impériale de Grignon. Un vol. in-12 de 240 pages, avec 157 figures intercalées dans le texte. Paris, 1855.

Nous avons apprécié en ces termes le petit livre dont nous venons de reproduire le titre (*Journal d'Agriculture pratique*, n° du 20 juillet 1855) : « M. Grandvoinnet a eu pour but de servir de guide aux personnes qui n'ont jamais vu drainer. Il s'occupe uniquement de l'exécution sur le terrain. Les questions de nivellement et de tracé préalable du plan à suivre sont particulièrement traitées avec soin. On voit que l'auteur est un bon professeur, qu'il sait être clair et concis. On pourra suivre ses

préceptes avec quiétude pour les cas ordinaires, les seuls du reste qu'il ait voulu étudier. »

---

49. Moyen d'obtenir du drainage tout son effet utile, par C. Nivière, fondateur et ancien directeur de l'Ecole régionale de la Saulsaie. Une brochure in-12 de 36 pages. Paris, 1855.

M. Nivière a voulu montrer comment le drainage vient en aide aux progrès de l'agriculture, en permettant d'augmenter la fécondité du sol par l'accroissement des cultures herbagères, et en garantissant la mise en valeur productive des engrais créés. Le savant auteur conseille particulièrement l'emploi des engrais liquides. Son travail a paru d'abord dans les numéros des 5 et 20 mai 1855 du *Journal d'Agriculture pratique.*

---

50. Instructions pratiques sur le Drainage, réunies par ordre du ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics. Un vol. in-12 de 216 pages, avec 105 figures intercalées dans le texte. Paris, 1855.

Ces instructions sont dues à M. Hervé-Mangon, ingénieur des ponts et chaussées. Voici dans quels termes nous en avons rendu compte dans le *Journal d'Agriculture pratique* (n° du 20 juillet 1855) : « Elles sont spécialement destinées aux agents du Gouvernement, ingénieurs et conducteurs des ponts et chaussées. M. Mangon s'exprime ainsi dans sa préface : « Pour approfondir l'étude de l'art du draineur, les ingénieurs agricoles et les propriétaires devront consulter les ouvrages spéciaux, déjà nombreux, publiés sur ce sujet. Ils ne trouveraient dans ce volume ni la solution de difficultés exceptionnelles qu'ils pourront rencontrer, ni l'explication abstraite de la plupart des phénomènes que présente le drainage. » L'auteur, comme on voit, ne

promet pas plus qu'il ne veut tenir, mais nous devons dire qu'il a tenu plus qu'il n'a promis. Son livre est suffisant pour qu'on puisse parfaitement exécuter le drainage dans la plupart des circonstances de la pratique, sans avoir besoin du secours d'aucun autre ouvrage. » Nous ajouterons à cette appréciation la copie de la table des matières :

Première partie. TRACÉ DU DRAINAGE. — I. Nivellement et levé du plan. — II. Tracé et direction des drains. — III. Profondeur des drains. — IV. Pente des drains. — V. Écartement des drains. — VI. Drainage des sources. — VII. Diamètre des tuyaux. — VIII. De la forme des projets de drainage.

Deuxième partie. EXÉCUTION DU DRAINAGE. — I. Piquetage des travaux sur le terrain. — II. Ouverture des tranchées. — III. Qualités, transport et pose des tuyaux. — IV. Remplissage des drains. — V. De quelques genres de drains non garnis de tuyaux. — VI. Ouvrages accessoires.

Troisième partie. FABRICATION DES TUYAUX. — I. Choix et préparation des terres. — II. Fabrication des tuyaux. — III. Cuisson des tuyaux.

Appendice. — Loi du 10 juin 1854.

M. Mangon a fait paraître, en mai 1856, une seconde édition de ses Instructions pratiques; elle est conforme à la première; seulement l'auteur y a joint quatre notes formant en tout cinq pages : la première est relative aux différents instruments de nivellement; la seconde, à la possibilité de bien drainer sans employer des colliers ou manchons; la troisième, aux obstructions ferrugineuses qu'on peut prévenir par des regards; la quatrième enfin, à l'action de l'air dans le drainage.

---

51. Exposé des travaux de drainage et de desséchement exécutés par Ch. de Bryas dans sa propriété du Taillan, près de

Bordeaux. In-4° de 84 pages, et in-18 de 261 pages. Paris, 1854 et 1855.

M. le marquis de Bryas a eu le mérite non-seulement de faire de bonne heure du drainage sur une grande échelle dans un pays où, selon l'opinion de quelques-uns, il ne devait pas être efficace, mais encore de propager cette amélioration foncière avec une rare activité. Il a distribué gratuitement plus de 30,000 exemplaires de la petite édition de son *Exposé*. Ce livre contient une description rapide de l'exécution du drainage, et ensuite la réunion de tous les documents, de tous les articles de journaux, de tous les rapports relatifs aux travaux de l'auteur.

---

52. Notions sur l'exécution des Travaux de Drainage, par S. Dubois, ingénieur-draineur. In-4° de 16 pages. Lille, 1855.

Cet opuscule est destiné aux conducteurs et entrepreneurs de travaux. M. Dubois, qui est l'ingénieur-draineur nommé par le préfet du Nord, lève le plan des terres à drainer et dresse les projets d'exécution. Il a réuni dans ces quelques pages les instructions générales que l'on doit suivre. Il ajoute à chaque projet qu'il rédige une instruction particulière, s'il y a lieu.

---

53. Le Drainage rendu facile et économique; traité sommaire et pratique de la fabrication des tuyaux de drainage au moyen d'un instrument simple et facile à manœuvrer, par Virebent frères. Brochure in-8° de 40 pages, avec trois planches, publiée sous les auspices de M. le préfet de la Haute-Garonne. Toulouse, 1855.

Nous nous sommes ainsi exprimé dans le numéro du *Journal d'Agriculture pratique* du 20 août 1855 :

« La brochure dont nous venons de transcrire le titre a pour but, non pas d'exposer une théorie générale du

drainage, de donner des vues nouvelles sur son utilité ou sur son mode d'action, de faire même connaître la pratique et l'exécution de cette amélioration fondamentale du sol arable. MM. Virebent se sont proposé seulement d'écrire un traité succinct de la fabrication des tuyaux par une machine simple et avec des fours peu coûteux. Ils disent avec raison que tous les propriétaires peuvent devenir fabricants de tuyaux sans faire beaucoup de frais, et ils veulent leur donner le moyen de monter une petite fabrique. La machine qu'ils proposent consiste en un caisson demi-cylindrique (voir fig. 114, liv. IV, chap. XLVIII, t. I[er], p. 247), dans lequel pénètre un piston poussé par une vis; cette vis est mue par une roue armée de bras comme dans les presses. Le piston avançant fait sortir la terre à travers les moules dont est armée la base du cylindre qui forme la boîte à glaise. Les tuyaux glissent ensuite sur une toile comme dans toutes les autres machines. Quant au four proposé par MM. Virebent (voir fig. 190 à 193, liv. IV, chap. LXXIX, t. I[er], p. 392), la base a la forme d'un rectangle ayant $1^{m}.50$ sur 3 mètres; les parois verticales ont 2 mètres de hauteur. En trente-cinq heures les tuyaux doivent être cuits.

« S'il n'y a pas d'idées neuves dans la brochure de MM. Virebent, nous devons dire qu'elle donne un exposé très-clair de la fabrication, et qu'elle peut être prise comme guide par tous ceux qui voudront établir une fabrication de tuyaux, lors même qu'ils se serviraient d'une machine différente de celle recommandée par les auteurs. »

---

54. Notice sur une machine anglaise pour la fabrication des tuyaux de drainage, par Prou, conducteur des ponts et chaussées. Brochure in-8° de 21 pages, avec 6 figures intercalées dans le texte. Paris, juillet 1855.

Nous avons rendu compte de cette notice dans les termes suivants (*Journal d'Agriculture pratique*, n° du 20 août 1855):

« La brochure de M. Prou est rédigée par un homme très-compétent, dans le but de faire connaître surtout une machine anglaise qui a été importée en France, en 1851, par M. Mergez, agriculteur du département d'Indre-et-Loire. Cette machine est celle de Franklin (voir fig. 103 et 104, liv. IV, chap. XXXVII, t. Ier, p. 222). M. Prou pense qu'elle réalise le problème de donner des tuyaux à bon marché. C'est une machine hélicoïdale. M. Prou annonce qu'avec elle le prix de mille tuyaux de 25 millimètres de diamètre intérieur n'est pas supérieur à 25 francs. Il est certain que les tuyaux se vendent aujourd'hui beaucoup trop cher. Les bons fabricants gagnent 200 pour 100. M. Prou a rendu service en signalant ce fait. La création de nouvelles fabriques, en amenant une concurrence, forcera les prix à subir un abaissement inévitable. »

---

55. Rapport adressé à M. le préfet de la Creuse sur les observations relatives à l'importation du drainage dans la Creuse, par Dubost, ingénieur-draineur du département de l'Ain. In-8° de 20 pages. Guéret, août 1855.

Ce rapport a été rédigé après une visite faite sur les lieux par M. Dubost, connu pour de très-bons travaux exécutés dans le département de l'Ain. M. Dubost conclut en disant : « En résumé, le drainage par les tuyaux est appelé à prendre dans la Creuse une grande extension. Les travaux considérables d'assainissement qu'on y pratique tous les hivers suffisent à faire prévoir ce développement, lorsqu'une méthode moins coûteuse, et surtout d'un effet plus durable, aura pu être appréciée dans ses résultats.

56. L'abondance substituée à la disette par le drainage et l'ensemencement à espacements symétriques, par Commandeur, membre de la Société d'Agriculture pratique de la Tour-du-Pin. In-8° de 21 pages. Grenoble, 1856.

La thèse que soutient l'auteur est nettement indiquée par le titre de sa brochure. Après de courtes descriptions du drainage et des ensemencements à l'aide des plantoirs de M. Mangou (France) et de M. Le Docte (Belgique), M. Commandeur cite les résultats obtenus par l'adoption de ces inventions, et il en conclut que l'on peut facilement faire régner l'abondance dans tous les pays où elles seront adoptées d'une manière générale. Les faits cités sont, en ce qui concerne la plantation du blé, trop peu nombreux, et ne concernent que des expériences trop restreintes pour être démonstratives. Quant au drainage, la pratique, faite en grand par de nombreux agriculteurs, ne laisse aucun doute sur la vérité de la conclusion de M. Commandeur.

---

57. Drainage de 110 hectares à $1^{m}.40$ de profondeur. Compte rendu, observations, prix de revient, par Frédéric Jacquemart, ancien élève de l'École polytechnique, manufacturier-cultivateur. Une brochure in-8° de 16 pages. Paris, 1856.

Tirage à part d'un article publié dans le numéro du *Journal d'Agriculture pratique* du 20 mars 1856, cette brochure présente un véritable petit traité de l'exécution du drainage. Nous avons cité à plusieurs reprises les indications données par son savant et habile auteur.

---

58. Nouveau Système de Drainage, par D.-A. Rérolle, ingénieur, professeur de génie rural à l'École impériale d'Agriculture de la Saulsaie. Brochure in-8° de 16 pages et une planche. Lyon, avril 1856.

Dans cette brochure M. Rérolle expose le système parti-

culier de drainage qu'il a imaginé, système consistant en tuyaux étanches horizontaux ou légèrement inclinés, dans lesquels donnent des tuyaux verticaux placés de distance en distance. Nous avons décrit ce système et les cas où, selon nous, il peut être avantageusement employé (liv. V, chap. XXVII, fig. 372 et 373, p. 238 de ce volume).

---

59. Essai sur le Drainage et sur son application à l'agriculture des Landes, par Léon Martres, membre de la Société géologique de France. Un vol. in-12 de 70 pages. Paris, 1856.

Cet essai est le fruit de l'expérience personnelle acquise par M. Léon Martres dans la pratique du drainage ; en le publiant, l'auteur a voulu, non pas donner un traité complet sur la matière, mais « guider un peu les agriculteurs qui, voulant drainer et diriger eux-mêmes les opérations du drainage, cherchent dans un ouvrage de peu d'étendue les notions élémentaires et indispensables pour en recueillir les bénéfices. » M. Léon Martres a complétement réussi dans son travail. Nous avons profité des précieuses indications qu'il donne relativement à l'influence du drainage sur l'avenir de l'agriculture dans le département des Landes.

---

60. Drainage. — Instruments de l'invention de Maulbon d'Arbaumont, ancien juge de paix. In-8° de 20 pages et une planche. Auxonne, 1856.

M. Maulbon d'Arbaumont, ancien juge de paix, domicilié à Chevigny-en-Vallière, canton de Beaune (Côte-d'Or), ayant été appelé à faire du drainage sans avoir d'ouvriers accoutumés à cette opération, ni de contremaître qui la connût, a imaginé pour la pratiquer quelques instruments dont il se loue beaucoup, et qu'il dé-

crit dans la brochure dont nous venons de transcrire le titre. Ce sont : un *régulateur* pour tracer un fond de tranchée bien régulier ; une *nivelette à pied* et une *nivelette en fil de fer plombée* pour la vérification ; une *contre-mire* pour faciliter la visée dans les jours sombres ou d'une clarté de soleil éblouissante ; une *grille* pour fermer les drains ; un *filtre-ascendant* pour empêcher la vase remontante de pénétrer dans les drains collecteurs. L'auteur avoue que ses instruments peuvent avoir de la ressemblance avec d'autres instruments connus ; mais il les a réellement inventés pour son travail. Cela démontre qu'on peut arriver, avec de l'imagination et quelques souvenirs de lectures antérieures, à faire du drainage avec des outils qu'on construit soi-même.

---

61. Drainage des terrains communaux, par Valette, maire de Rémilly (Moselle). In-8° de 8 pages. Metz, 1856.

Rémilly est peut-être le village le mieux administré de France au point de vue de l'agriculture, de la bienfaisance publique, de l'enseignement, de la moralité et du bien-être de ses habitants. Le drainage devait nécessairement y être reçu avec faveur. Dans l'opuscule dont nous venons de reproduire le titre, M. Valette montre sommairement tous les bons effets qu'on doit attendre de son exécution. Il recommande avec confiance, au bon accueil de ses administrés, le projet de drainer les terrains communaux, au moyen d'un emprunt qui se trouvera remboursé par le payement annuel pendant cinquante ans d'une redevance de 15 centimes par are, ou de 19 centimes, si l'emprunt n'a lieu que pour vingt-cinq ans.

---

62. Instructions sur le Drainage dans la Haute-Garonne, publiées, d'après les ordres du préfet, par le service hydraulique du département, avec le concours de la Commission hydraulique départementale et de la Société d'Agriculture de Toulouse. Un vol. in-12 de 152 pages, avec 15 figures intercalées dans le texte. Toulouse, 1856.

Outre les notions générales élémentaires sur le drainage, ce petit ouvrage, rédigé par M. Maitrot de Varennes, ingénieur des ponts et chaussées, chargé du service hydraulique dans le département de la Haute-Garonne, contient des renseignements très-intéressants sur les opérations du drainage effectuées dans le Midi. Il est écrit dans un style simple et clair, sans tendances dogmatiques.

L'auteur fait surtout appel à l'expérience, et il n'interroge pas les faits en vain. Voici la division des matières de son petit livre :

I. Du drainage en général : historique ; divers systèmes ; effets du drainage ; terrains qu'il convient de drainer.

II. Tracé du drainage ; nivellement et levé des plans ; tracé et direction des drains ; tranchées et tuyaux ; drainage des sources.

III. Exécution du drainage ; ouverture des tranchées ; pose des tuyaux ; ouvrages accessoires.

IV. Fabrication des tuyaux ; choix et préparation des terres ; moulage et cuisson des tuyaux.

V. De quelques systèmes particuliers de drainage ; drainage vertical ; système Keythorpe.

VI. Législation du drainage.

VII. Du drainage dans la Haute-Garonne.

Ce dernier chapitre est surtout intéressant ; les faits rapportés montrent, contre la pensée de quelques-uns, combien le drainage est utile dans les contrées méridionales.

63. Le Drainage. — Drainage horizontal ou à tuyaux ; système Keythorpe ; drainage vertical ou par perforation ; par Maurice Germa. Un vol. in-12 de 95 pages. Paris, 1856.

Ce petit volume est un résumé des traités, articles et écrits divers jusqu'alors parus sur le drainage. Il est dédié à un propagateur ardent du drainage, M. le marquis Ch. de Bryas. On y trouve un exposé lucide de l'état de l'art nouveau.

---

64. Application du Drainage aux Vignes, par M. S. Boulard-Moreau, propriétaire au château du Tremblay, canton de Saint-Sauveur (Yonne). In-12 de 12 pages. Auxerre, 1856.

L'auteur de cet opuscule pose cette question : Le drainage est-il applicable aux vignes? Il conclut en disant : Drainons nos vignes !

---

65. Renseignements statistiques sur la situation générale du drainage en France au 31 décembre 1855, par S. Boulard-Moreau, propriétaire au château du Tremblay, maire de Fontenoy, etc. In-4° de 50 pages. Auxerre, 1856.

Dans ce travail très-consciencieux l'auteur donne, entre autres renseignements, un tableau présentant, d'après une enquête qui lui est personnelle, un minimum de l'étendue d'hectares des terres drainées, département par département ; il indique le nombre des machines et celui des fabriques de tuyaux. Il conclut par un aperçu de la plus-value que le sol peut acquérir par le drainage, opération sans laquelle, dit-il, le cultivateur ne saurait posséder réellement l'art de s'enrichir.

---

66. Quelques Notes sur le Drainage, et résumé d'un cours pour les agents des ponts et chaussées du département de l'Yonne, par M. Hernoux, ingénieur en chef. In-12 de 94 pages et 9 planches. Auxerre, 1856.

Ce petit livre a un mérite particulier que nous avons signalé dans d'autres publications du même genre : c'est d'être spécial à un département, et de faire connaître le degré d'utilité du drainage dans la contrée pour laquelle il est écrit. Après la description succincte de l'opération du drainage, l'indication et la discussion de ses effets, l'habile ingénieur donne, comme annexes, plusieurs documents curieux, savoir : un projet de marché avec un entrepreneur; un tableau du prix de la main-d'œuvre pour l'ouverture des tranchées et la pose des tuyaux dans diverses natures de terrains; des expressions graphiques des principaux éléments du drainage, diamètres, prix et poids des tuyaux, profondeurs des tranchées, prix de revient du drainage; une circulaire du préfet de l'Yonne sur les conditions à remplir par les agriculteurs pour obtenir le concours de l'administration dans l'exécution de leurs travaux d'assainissement.

---

67. Commentaire de la Loi du 17-23 juillet 1856 sur le Drainage, suivi de la législation sur les irrigations et sur le libre écoulement des eaux, par Louis Tripier, avocat à la Cour impériale de Paris, docteur en droit. In-8° de 167 pages. Paris, 1856.

Ce volume se compose uniquement des documents officiels sur la loi de 1856. L'auteur s'est borné à mettre des numéros de renvoi, qui permettent de relier les unes aux autres les parties similaires des pièces qu'il a réunies. Il explique en ces termes les raisons du parti auquel il s'est arrêté :

« Pendant plusieurs années, le meilleur commentaire d'une loi nouvelle doit se tirer uniquement de son exposé des motifs, du rapport et de sa discussion au Corps législatif. Cette vérité, généralement reconnue par tous

les jurisconsultes, a été récemment proclamée, à l'envi, par les plus éminents d'entre eux, au sujet de la loi du 23 mars 1855, sur la transcription. C'est, en effet, par l'étude approfondie des différentes sources de la loi que l'on peut bien se pénétrer de son esprit, et être à même de résoudre toutes les difficultés qui peuvent se présenter dans la pratique.

« Pour que ce travail soit complet, et, en même temps, pour conserver à chacun des différents documents son unité et toute sa valeur, j'ai, pour cette loi du drainage, loi qui a été élaborée et discutée avec un soin tout particulier, rapporté, dans leur entier, et par ordre de date, d'abord l'exposé des motifs, ensuite le rapport et la discussion au Corps législatif. J'ai fait précéder le tout d'une seule série de numéros, et, à la fin de chaque article de la loi, je renvoie aux numéros, tant de l'exposé des motifs que du rapport et de la discussion au Corps législatif qui y ont trait. Cette marche, qui est des plus simples et des plus commodes, donne de la loi un commentaire aussi satisfaisant que possible. »

Les autres lois, dont les textes sont annexés par M. Tripier aux documents qu'il a réunis dans son livre, sont : la loi du 14 floréal an XI, relative au curage des canaux et rivières non navigables et à l'entretien des digues qui y correspondent; les lois du 29 avril 1845 et du 11 juillet 1847, sur les irrigations; la loi du 10 juin 1854, sur le libre écoulement des eaux provenant du drainage.

Outre les 67 publications séparées que nous venons d'analyser, il a paru sur le drainage un grand nombre d'articles dans les journaux agricoles, et particulièrement dans les compte-rendus, bulletins, journaux, transactions ou

mémoires des Sociétés ou des Chambres d'Agriculture et des Congrès ou des Comices agricoles. Nous avons profité de ces articles pour la rédaction des paragraphes qui concernent la situation du drainage dans chaque département (chap. V de ce livre). Nous ajouterons qu'il a été fondé deux journaux spéciaux pour le drainage : l'un, intitulé *le Draineur*, et dont le premier numéro a paru en novembre 1855, forme des brochures mensuelles in-8° ; il est rédigé par M. Vianne, ingénieur-draineur, qui y décrit ses procédés d'exécution et les divers travaux qu'il entreprend. L'autre journal a pour titre *le Propagateur du Drainage;* il est rédigé par M. Le Vaillant de Florival; il n'en a encore paru qu'un numéro, celui d'août 1856, en une feuille in-plano. Ce journal paraît devoir être l'organe d'une compagnie centrale du drainage qui se formerait à Paris.

Le *Journal d'Agriculture pratique* ne laisse passer aucune occasion de signaler les progrès du drainage, de quelque part qu'ils viennent. C'est aux relations qu'il a créées entre tous les agriculteurs français et étrangers que nous devons d'avoir pu composer ce travail.

2° *Ouvrages en anglais.*

Nous commencerons l'examen des ouvrages écrits en anglais sur le drainage par ceux que nous avons pu nous procurer, et que nous avons étudiés avec soin ; nous donnerons ensuite les titres de ceux que nous ne possédons pas.

---

1. A Manual of practical Draining, by Henry Stephens. In-8° de 400 pages. Edinburgh and London.

Cet ouvrage est le *Guide du Draineur,* dont il a paru deux

traductions en français, indiquées précédemment parmi les ouvrages français sous les nos 10 et 11 (p. 418 et 419). Il y en a eu en Angleterre trois éditions. La première a paru en 1845.

---

2. Essays on the philosophy and art of Land-drainage, by Josiah Parkes. In-8° de 82 pages. London, 1844 et 1846.

Ce remarquable travail est celui qui a été traduit en français par M. Thackeray, et que nous avons précédemment indiqué parmi les ouvrages français sous le n° 5 (p. 417). Il a été inséré dans le journal de la Société royale d'Agriculture d'Angleterre avant d'être publié à part. C'est un ouvrage spécialement consacré à la théorie du drainage, mais à la bonne théorie, à celle qui repose sur l'observation des faits, qui procède de l'expérience, et non de principes dogmatiques contestables. Il est divisé en deux parties : dans la première, l'auteur examine l'action de l'eau sur le sol arable, rapporte des expériences sur la température et sur l'évaporation de sols drainés et non drainés, et sur la quantité d'eau écoulée par les drains. La seconde partie est consacrée à la discussion des faits observés et des diverses opinions avancées pour expliquer les effets du drainage.

---

3. On Land-drainage and irrigation, and on the application of drainage water as a motive power to machinery, for agricultural purposes, by E. Leader Williams. In-8° de 42 pages. Londres, 1849.

L'auteur expose d'abord les avantages financiers du drainage ordinaire, et il montre ensuite qu'en réunissant l'eau qui s'écoule d'un drainage effectué sur une certaine étendue dans un réservoir, pour en obtenir une chute d'eau, on peut se procurer un revenu double de celui qu'on aurait

tiré du drainage seul. Il cite du reste des faits à l'appui de l'opinion qu'il défend. Un dernier chapitre est consacré à indiquer l'utilité de la combinaison de l'irrigation avec le drainage dans un bon système de culture. Nous nous appuyons sur les faits rapportés dans cette brochure en traitant des effets et des résultats financiers du drainage, dans le troisième volume de cet ouvrage.

---

4. Mechi's Experience in Drainage. In-8° de 92 pages. Londres, 1846 à 1849.

Cette brochure a eu quatre éditions successives. Tout le monde sait aujourd'hui que M. Mechi, le riche négociant de la cité, l'honorable alderman de Londres, a pris l'agriculture en haute affection, et a consacré une activité incessante à propager tous les progrès par son exemple, sans jamais se laisser arrêter par les dépenses considérables qu'entraîne nécessairement l'application des choses nouvelles. La ferme de Tiptree Hall, près de Kelvedon, comté d'Essex, a été visitée aujourd'hui par tous les agronomes de l'Europe, et le succès du drainage et de l'arrosage par les engrais liquides, sur ses terres certainement peu remarquables par leur fertilité, est un fait désormais reconnu. Mais les *originalités* du célèbre négociant agriculteur furent d'abord vivement discutées, et c'est l'ensemble des débats que M. Mechi eut à soutenir à l'occasion du drainage dans les Clubs agricoles, dans les Sociétés, dans les Concours, et aussi dans les journaux, que l'on trouve réunis dans le volume dont nous avons reproduit le titre.

---

5. On Land-drainage, subsoil-ploughing and irrigation, by the author of *British Husbandry*. In-8° de 48 pages. Londres, 1842.

Cette brochure donne l'état comparatif des revenus ob-

tenus de plusieurs terres avant et après les améliorations agricoles indiquées dans le titre : drainage, labour profond par une charrue sous sol, irrigation.

---

6. Practical Instructions on the Drainage of land, on hydraulic and pneumatic principles, in two letters adressed to the agricultural tenants of the right honourable the earl Brownlow, by Simon Hutchinson, land agent. In-8° de 24 pages. Grantham, 1846-1851.

Les deux lettres qui forment cette brochure ont d'abord paru en 1846; elles ont eu depuis lors six éditions successives, dans lesquelles il a été fait quelques additions, dont la principale est relative à la description d'une expérience destinée à montrer l'action efficace de l'air sur les terrains drainés. Nous reparlons de cette publication dans le livre de cet ouvrage consacré à la théorie du drainage.

---

7. The Drainage Act, together with a summary, the evidence taker before a committee of the house of lords, an introduction upon drainage and a copious index, by Henry R. Dearsly. In-12 de 121 pages. Londres, 1848.

Ce volume présente d'abord le résumé de l'enquête ouverte sur le drainage devant un comité de la chambre des Lords, et ensuite le texte, puis le commentaire des actes sur le drainage des 28 août 1846 et 30 mars 1847. M. de Gourcy a publié en français (voir n° 37, p. 438) un extrait de l'introduction placée en tête de ce livre, qui est intéressant surtout au point de vue de la législation du drainage.

---

8. Agricultural Drainage, by T. Gisborne. In-12 de 48 pages. Londres, 1850-1852.

Ce petit livre, qui a eu deux éditions successives, pré-

sente un traité succinct, mais complet, du drainage au point de vue historique, pratique, théorique et financier. Son auteur, M. Gisborne, a fait lui-même du drainage sur une grande échelle, et a acquis une grande autorité pour toutes les questions que cette amélioration du sol soulève; nous l'invoquons à plusieurs reprises dans la suite de cet ouvrage.

---

9. A series of tables on draining, by James Strachain. In-8° de 57 pages. Edinburgh, 1850.

Ces tables donnent : 1° la longueur des tranchées pour différents écartements depuis 4 jusqu'à 35 yards ($3^m.66$ à 32^m) pour des surfaces variant depuis 1 perche jusqu'à 100 acres (25 mètres carrés à 40 hectares); 2° le nombre de tuyaux correspondant; 3° des règles pour calculer les volumes des déblais.

---

10. Rudimentary Treatise on the Drainage of districts and lands, and of towns and buildings, by G. Drysdale Dempsey, author of *the Practical Railway ingineer*. 2 vol. in-12 de 142 et 176 pages, avec 71 figures intercalées dans le texte. Londres, 1849.

Cet ouvrage, comme on le reconnaît d'après son titre, n'est pas consacré seulement au drainage agricole proprement dit; il traite encore, et d'une manière plus étendue, de l'assainissement des contrées entières considérées particulièrement comme formant des bassins de cours d'eau, de celui des villes, et enfin de celui des habitations particulières, des usines et des édifices publics. C'est un ouvrage élémentaire, et en même temps un abrégé dans lequel, cependant, les solutions des questions soulevées par le drainage considéré d'une manière générale sont données avec une netteté suffisante pour l'application.

---

e des eaux s

11. The Yester deep land-culture being a detailed account of the method of cultivation which has bean successfully practised for several years, by the marquis of Tweeddale at Yester, by Henry Stephens, author of the *Book of the Farm*, etc. In-12 de 148 pages. Edinburgh et Londres, 1855.

Ce petit volume, dont il a été publié une traduction abrégée dans le journal français *l'Assemblée nationale*, rend compte des améliorations que la propriété du marquis de Tweeddale, située à Yester, a éprouvées par suite du drainage, du labour profond, et de ce qu'on peut appeler le sous-solage. M. Stephens, son savant auteur, à qui on doit le *Guide pratique du Draineur* (voir plus haut nº 1 parmi les ouvrages écrits en anglais, et nºs 10 et 11 parmi les ouvrages écrits en français), et le très-beau *Livre du Fermier*, expose successivement quels sont le climat et la nature du sol et du sous-sol dans la ferme de Yester, les travaux de drainage et de labourage qui y ont été effectués, les résultats physiques et économiques obtenus, le système de culture adopté. Nous donnons un résumé complet des faits constatés dans ce petit livre, en exposant les résultats financiers du drainage dans le troisième volume de cet ouvrage.

---

12. The practical Irrigator and Drainer, by George Stephens, land drainer and member of the nerician and wermlandska agricultural Societies in Sweden. Un vol. in-8° de 195 pages, avec 12 planches. Edinburgh, 1834.

Cet ouvrage est divisé en deux parties : la première, qui traite de l'irrigation, contient six chapitres dont voici les titres : Principes généraux de l'irrigation, irrigation par canaux longitudinaux, irrigation par canaux transversaux, conduite des irrigations, avantages des prairies irriguées, des irrigations en Écosse. La seconde partie est intitulée : *du Drainage*, titres des chapitres sont les suivants :

Principes généraux du drainage, drainage des marais, drainage des pays montueux, drainage des sols argileux infestés par de l'eau souterraine, drainage des sols composés de couches alternatives d'argile et de sable, drainage des terrains argileux infestés par de l'eau de surface, construction des drains, redressement des cours d'eau, endiguement des rivières, rapport à la Société d'Agriculture d'Orebro sur divers travaux de drainage exécutés en Suède par l'auteur de l'ouvrage.

M. G. Stephens a écrit son livre avant qu'on songeât à se servir de tuyaux dans le drainage. Les procédés qu'il décrit sont ceux employés par les anciens dans tous les pays quant à la construction des tranchées, mais exécutés méthodiquement d'après une étude attentive de la situation des terres et de leur stratification.

---

13. The mode of draining land, according to the system practised by the late M. Joseph Elkington, drawn up for the consideration of the Board of Agriculture, by John Johnstone, land surveyor. Un vol. in-8° de 118 pages, avec 19 planches. Londres, 1841.

C'est à titre d'élève d'Elkington, et pour l'avoir assisté dans les travaux qu'il exécuta dans plusieurs comtés de l'Angleterre en 1796, que M. Johnstone a composé ce livre, qui est certainement le meilleur exposé des anciens procédés du drainage. Dans un premier chapitre l'auteur raconte l'origine de la découverte d'Elkington, qui, ayant hérité de son père, en 1763, d'une ferme dont les terres étaient extrêmement humides par places, et renommées pour leur mauvaise qualité, se mit à les améliorer en les assainissant par des tranchées et des sondages. Le second chapitre est consacré à l'exposé des principes qui ont conduit Elkington à distinguer le drainage des eaux sou-

terraines ou de source, et celui des eaux de surface ou de pluie. Les chapitres III et IV contiennent les applications des principes précédemment établis au drainage des marais et des champs rendus humides par des sources, et au drainage des champs en pente et des pâturages des moutons. L'auteur examine ensuite, dans trois chapitres, les diverses manières dont l'imperméabilité de l'argile peut rendre un champ stérile ; il montre comment l'épaisseur plus ou moins grande du banc argileux, et sa position par rapport à des couches poreuses ou absorbantes, peuvent donner lieu à des assèchements convenables, grâce à des travaux peu difficiles. Un chapitre est consacré au drainage des mines, carrières, marnières, etc. L'auteur insiste ensuite sur l'emploi du niveau à bulle d'air pour le nivellement et le tracé des drains; il décrit la sonde et la manière de s'en servir, et donne enfin des extraits des rapports faits à différentes Sociétés agricoles sur les travaux d'Elkington.

Après avoir ainsi rendu justice à son maître, M. Johnstone, reconnaissant que les procédés de drainage sont très-anciens, et même qu'ils ont été très-bien indiqués en principes dans le *Théâtre d'Agriculture* de notre immortel Olivier de Serres, fait un autre Traité, qu'il appelle le Drainage par conduits couverts en général. Il donne les règles à suivre pour l'exécution des travaux, pour l'écartement et la profondeur des tranchées; il décrit les outils à main et l'emploi des tuiles courbes, traite la question de dépense et de bénéfice, et donne plusieurs exemples de travaux de drainage exécutés dans divers comtés.

Cette seconde partie de l'ouvrage de M. Johnstone le rend ainsi tout à fait complet : la méthode d'Elkington n'étant bonne que pour des cas particuliers, il fallait nécessairement exposer une méthode générale, celle qui est

encore suivie aujourd'hui, et que nous avons décrite, en ajoutant les perfectionnements que le temps a amenés.

Les ouvrages anglais spéciaux sur le drainage, dont nous ne possédons pas d'exemplaires, mais dont nous connaissons les titres, sont les suivants :

SMITH's Remarks on thorough Draining.
JOHNSTONE's systematic Treatise on Draining.
GREEN on Underdraining wet and cold land.
HODGES on the Use and Advantages of Pearson's Draining plough.

Nous ajouterons que de nombreux et très-intéressants écrits sur le drainage ont paru dans beaucoup de journaux agricoles anglais, et particulièrement dans le *Journal of the royal agricultural Society of England,* et dans le *Journal of Agriculture and transactions of the highland and agricultural Society of Scotland*. Il n'y a aucun volume de ces deux remarquables recueils qui ne contienne quelque mémoire, quelque document d'une véritable valeur sur l'une des questions que soulève le drainage. Nous devons aussi signaler le remarquable article sur le drainage publié dans *Morton's Cyclopedia of Agriculture.*

3° *Ouvrages en allemand.*

Nous n'avons entre les mains que trois ouvrages écrits en allemand sur le drainage; nous allons en donner les titres et une courte analyse.

---

1. Die Drainage oder die Entwässerung des Bodens durch Thonröhren, von Professor C. Stöckhardt. In-8° de 88 pages. Leipzig, 1852.

Ce volume expose très-nettement la pratique de l'opération, la théorie, les effets et le prix de revient du drainage. Il contient en outre un chapitre spécial sur les avantages que la Saxe doit retirer de cette amélioration du sol exécutée sur une grande échelle. Cet écrit est très-remarquablement composé; on reconnaît qu'il est dû à l'un des agronomes les plus savants de l'Allemagne.

---

2. Praktisches Handbuch der Drainage, von Franz Kreuter. In-8° de 288 pages, avec 4 planches et 60 gravures intercalées dans le texte. 2e édition. Vienne, 1854.

La première édition de ce livre a paru en 1851 ; elle était beaucoup moins complète que celle dont nous venons de donner le titre. L'auteur, qui a dirigé de très-grands travaux d'assainissement agricole en Autriche, commence par donner un aperçu historique des progrès du drainage dans les divers pays d'Europe; il expose ensuite la théorie et les effets de cette amélioration du sol; il passe à la description de la pratique de l'opération et à la discussion des prix de revient; il donne la législation, puis la statistique du drainage, et termine par la fabrication des tuyaux.

---

3. Die Drainage, deren Theorie und Praxis, von L. Vincent. In-8° de 174 pages, avec 7 planches. Leipzig, 1854.

L'auteur expose d'abord la théorie du drainage; il donne ensuite les procédés d'exécution, et il passe à la fabrication des tuyaux; il termine par un chapitre spécial au drainage dans le Mecklenburg et par des tables usuelles sur l'écoulement de l'eau par les tuyaux de diverses di-

mensions, sur les longueurs des drains pour divers écartements et diverses surfaces, etc.

Les ouvrages allemands dont nous ne connaissons que les titres sont les suivants :

Das engliche und scottische System der Drains, nach der neuersten Erfahrung, zusammengestellt und bearbeitet durch C.-R. Scheibler. Berlin, 1850.

Ueber die Drainage, von A. von Doblhoff. Leipzig, 1851.

Gropp's Erfahrung über unterirdische Wasserabzüge mit Thonröhren, etc. Zerbst, 1851.

Die Thönernen Unterdrains, nach den besten Quellen, von R. Grassmann. Stettin, 1851.

Il est superflu d'ajouter que les nombreux journaux agricoles qui paraissent dans toutes les parties de l'Allemagne sont remplis d'articles descriptifs ou critiques sur le drainage ; mais il est impossible de ne pas citer d'une manière toute particulière le *Zeitschrift fur deutsche Landwirthe*, publié par les docteurs Hugo Schober et J.-A. Stöckhardt ; ce recueil renferme sur le drainage des expériences très-importantes dont on trouvera le résumé et les résultats dans le troisième volume de cet ouvrage.

CHAPITRE IV

Des encouragements au drainage en France

Les considérations dans lesquelles nous sommes entré jusqu'à présent ont démontré, nous le pensons, que des travaux de drainage durables et promettant un succès complet doivent être exécutés en général à l'aide de tuyaux.

Lorsque l'art nouveau était à peine connu en France, lorsqu'il fallait vaincre les défiances de la routine, lutter contre les objections innombrables de ceux qui commencent toujours par protester contre les choses inconnues ou importées de l'étranger, il était extrêmement difficile de créer des fabriques de tuyaux. Les potiers, tuiliers, briquetiers, ne voulaient pas entreprendre une fabrication dont rien ne leur garantissait le succès; les machines à étirer étaient très-chères et très-défectueuses. D'un autre côté, les agriculteurs ne voulaient opérer que sur de petites étendues, et par conséquent ils ne demandaient que des quantités de tuyaux insuffisantes pour rémunérer les premiers frais d'établissements nouveaux ou les tentatives d'anciennes tuileries. On se trouvait ainsi dans une sorte d'impasse dont on ne serait sans doute pas sorti si le Gouvernement n'était intervenu pour décider le mouvement. Il eut la sagesse de lever, avec les moyens bornés que le budget des encouragements à l'agriculture mettait entre ses mains, la principale difficulté qui se présentait. L'administration de l'agriculture a donné aux Sociétés et aux Comices agricoles, aux fermes-écoles, et même à des particuliers, l'argent nécessaire pour l'achat des machines à étirer les tuyaux et à malaxer la terre, puis pour celui d'instruments de drainage perfectionnés; il a ensuite fait distribuer des primes d'encouragement aux agriculteurs qui n'hésiteraient pas à prendre dans nos contrées l'initiative du drainage. Le premier encouragement date du 13 juillet 1849; il a été appliqué à la Société d'Agriculture de Lille.

Depuis cette époque, et successivement, presque toutes les Sociétés agricoles, presque tous les départements, ont reçu des sommes croissantes, soit pour des machines à étirer les tuyaux, soit pour des collections d'outils de drainage

perfectionnés, soit enfin pour distribuer des primes aux agriculteurs dont l'exemple avait montré les avantages de l'opération nouvelle. Des manuels, des instructions sur le drainage furent publiés aux frais de l'État ou aux frais des départements, comme on l'a vu dans le chapitre précédent, consacré à la bibliographie. Des missions furent données à des ingénieurs ou à des savants, pour aller étudier les travaux effectués à l'étranger; des services spéciaux furent institués dans divers départements. Enfin, une somme de 100 millions vient d'être mise par une loi à la disposition de notre agriculture, pour effectuer des travaux de drainage, dont les frais seront remboursables par des annuités, selon des conditions qu'un règlement d'administration publique doit faire connaître.

Le Gouvernement a ainsi rempli presque tous les désirs des amis de l'agriculture. Dans la session de 1850, le Congrès central d'Agriculture, sur le rapport de M. de Veauce, a pour la première fois émis des vœux sur le drainage; ils étaient ainsi conçus :

1° Faire venir d'Angleterre des machines à fabriquer les tuyaux de drainage, afin de les exposer à l'Institut national agronomique de Versailles, et les faire principalement choisir parmi celles qui sont dans le libre commerce, et qui peuvent être imitées par les agriculteurs ou fabricants français;

2° Que les plaines soient traversées par de grands fossés ou vidanges communales, dans lesquels viendront se jeter les eaux secondaires, comme du reste l'exprimait l'article 7 de la Commission des Vœux dans la session de 1843, vœu renouvelé comme n'ayant pas reçu de solution ;

3° Faire traduire en français les meilleurs ouvrages anglais qui traitent la question du drainage.

L'année suivante, en 1851, dans sa dernière session, le Congrès central, sans oser patroner le grand système de prêts faits par l'État et remboursables par annuités,

qui vient d'être adopté, discutait sa convenance et sa possibilité. Sur le rapport de M. de Straten-Ponthoz, les vœux suivants furent émis après une longue discussion :

Le Congrès, pénétré de l'importance du drainage, et voyant dans cette opération un heureux avenir pour l'agriculture, réclame de nouveau l'attention du Gouvernement sur une amélioration d'une si éminente utilité; il rappelle les vœux précédemment émis, et il demande :

1° Qu'il soit publié, au plus bas prix possible, un Manuel pratique de drainage ;

2° Que le Gouvernement continue les encouragements qu'il a donnés au drainage, par des subventions aux Sociétés agricoles pour l'acquisition de modèles d'instruments nécessaires à ces travaux, et, notamment, à la fabrication des tuyaux ;

3° Que les plaines soient traversées par de grands fossés ou vidanges communales, dans lesquels viendront se jeter les eaux secondaires.

A l'exception de l'établissement des grands fossés d'écoulement, tous les vœux du Congrès central d'Agriculture ont reçu une solution. Plusieurs machines à étirer les tuyaux, et particulièrement celles de Clayton, Williams, Whitehead, Franklin, Ainslie, ont été introduites en France. MM. Payen, Hervé-Mangon, de Hansy, Lefour, Nadault de Buffon, ont reçu des missions pour aller étudier le drainage en Angleterre, en Écosse, en Irlande et en Belgique. Le livre de Henry Stephens a été traduit par M. Faure; des instructions pratiques sur le drainage ont été publiées par MM. de Hennezel, Hervé-Mangon, Maitrot de Varennes, Vitard, Lamairesse, etc., etc.

Les sommes qui ont été successivement allouées pour le drainage se répartissent de la manière suivante, année par année :

1849.

		Fr.
13 juillet.....	Société d'Agriculture de Lille (Nord).........	800

1850.

		Fr.
5 avril......	Comice de Laval et ferme-école du Camp (Mayenne)............................	5,000
14 avril......	Comice de Guingamp (Côtes-du-Nord)........	200
14 mai.......	Société d'Agriculture du Cher................	2,500
20 septembre.	Société d'Agriculture de la Nièvre...........	500
	Total..........	8,200

1851.

		Fr.
15 mars......	Société d'Agriculture de Lille (Nord)..........	300
	Société d'Agriculture de Douai (Nord).........	250
	Société d'Agriculture de Maubeuge (Nord).....	1,200
	Société d'Agriculture de Boulogne (Pas-de-Calais)................................	200
	Comice de Saint-Hermine (Vendée)...........	200
	Comice de Saint-Fargeau (Yonne).............	200
	Comice de Châlons (Marne)..................	400
5 avril.....	Frais de transport d'une machine de Glasgow à Rouen (Seine-Inférieure)...................	132
11 juillet.....	M. Anglès (Loire), pour achat d'une machine..	600
20 juillet.....	M. Gareau, pour les travaux de drainage faits à l'Institut national agronomique de Versailles..	2,227
29 novembre..	Ferme-école de la Corée (Loire)..............	1,000
	Total...........	6,709

1852.

		Fr.
12 janvier....	Comice de Saverne (Bas-Rhin)...............	1,200
	Département du Gard......................	1,200
	Département de l'Indre.....................	1,200
	Département de l'Isère.....................	1,200
	Département du Loiret.....................	1,200
	Département de Lot-et-Garonne..............	1,200
	Département de Tarn-et-Garonne.............	1,200
	Département de la Vendée...................	1,200
19 janvier....	Association du Drainage de l'Oise	1,200
21 janvier....	Comice d'Ambert (Puy-de-Dôme)............	1,200
	Ferme-école de Saint-Privat (Vaucluse).......	1,200
23 janvier....	Ferme-école de Ville-Chaise (Indre)..........	1,200
18 février....	Société d'Agriculture de Toulouse (Haute-Garonne)................................	1,200
	Ferme-école de Saint-Robert (Isère)...........	1,200
	Comice de Saint-Dié (Vosges)................	1,200
	A reporter.................	18,000

		Fr.
	Report	18,000
3 mars	Société d'Agriculture de Moulins (Allier)	1,000
	Comice de Pont-Lévêque (Calvados)	1,200
	Comice de Bayeux (Calvados)	1,200
	Association normande, à Caen (Calvados)	1,200
	Société d'Agriculture de Rochefort (Charente-Inférieure)	1,200
	Société d'Agriculture de l'Eure	1,200
	Société d'Agriculture de Morlaix (Finistère)	1,200
	Comice de Langres (Haute-Marne)	1,200
	Société d'Agriculture du Puy (Haute-Loire)	1,200
	Comice de Nantes (Loire-Inférieure)	1,200
	Société d'Agriculture de Montpellier (Hérault)	1,200
	Comice d'Orléans (Loiret)	1,200
	Comice de Chollet (Maine-et-Loire)	1,200
	Société d'Agriculture d'Avranches (Manche)	1,200
	Comice de Châlons (Marne)	1,200
	Société d'Agriculture de Nancy (Meurthe)	1,200
	Société d'Agriculture de Putanges (Orne)	1,200
15 mars	Société d'Agriculture de Perpignan (Pyrénées-Orientales)	400
16 avril	Département de la Sarthe	1,200
	Total	40,000

1855.

		Fr.
Avril	Comice agricole de Saint-Quentin (Aisne)	1,200
	Comice agricole de Montluçon (Allier)	1,200
	Comice agricole de Nogent-le-Rotrou (Eure-et-Loir)	1,200
	Comice agricole de Gien (Loiret)	1,200
	Ferme école de Martinvast (Manche)	1,200
	Ferme-école du Mesnil-Saint-Firmin (Oise)	1,200
	Société de Drainage du département de l'Oise	1,200
	Société d'Agriculture de Béthune (Pas-de-Calais)	1,200
	Société d'Agriculture de Clermont (Puy-de-Dôme)	1,200
	Société d'Agriculture de la Haute-Saône	1,200
	Société d'Agriculture de Mâcon (Saône-et-Loire)	1,200
	Société d'Agriculture de Rouen (Seine-Infér.)	1,200
	Société d'Agriculture de Melun (Seine-et-Marne)	1,200
	Ferme-école de Lahayevaux (Vosges)	1,200
	A reporter	16,800

		Fr.
	Report..........................	16,800
Juillet........	Société d'Agriculture de Mézières (Ardennes)...	1,200
	Département d'Ille-et-Vilaine................	1,200
	Ingénieur-draineur du département de la Loire, à 300 fr. par mois, pendant 10 mois........	3,000
	Comice de Longeau (Haute-Marne)............	1,200
	Ferme école de Poussery (Nièvre)............	1,200
	Société d'Agriculture de Dunkerque (Nord)....	1,200
	Société d'Agriculture de Niort (Deux-Sèvres)..	1,200
	Ferme-école de Salgues (Var)................	1,200
	Département de la Haute-Vienne.............	1,200
	Total........	29,400

1854-1855-1856.

Les divers arrêtés ministériels qui ont fixé les allocations, non spécifiées autrement dans les tableaux que nous venons de rapporter, déclaraient qu'elles étaient destinées « à servir à l'achat de machines à fabriquer les drains et à encourager la pratique du drainage. » C'est encore dans les mêmes termes que, dans les premiers mois de 1854, les sommes suivantes furent allouées à quelques départements :

	Fr.
Ain........................	2,000
Doubs......................	1,200
Loire......................	11,080
Haute-Marne................	3,000
Mayenne....................	1,200
Meuse......................	1,200
Nièvre.....................	2,000
Seine-et-Marne.............	800
Tarn.......................	1,200
Vendée.....................	1,200
Vosges.....................	1,200
Total........	26,080

Le 30 août 1854, M. Rouher, ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, a adressé à l'Empereur le Rapport suivant :

« Sire, Votre Majesté, constamment préoccupée de la recherche des mesures propres à améliorer la production agricole et le bien-être des cultivateurs, a donné une attention particulière au développement des procédés du drainage, qui semble appelé à ouvrir une ère nouvelle pour l'agriculture française. L'exemple des résultats remarquables déjà réalisés dans des pays voisins est bien fait pour encourager, en France, l'application d'un système de travaux aussi utiles. Plusieurs millions d'hectares pourraient être soumis, avec de grands avantages, à l'opération du drainage; mais, sans le concours actif de l'Administration, les améliorations, même les plus fécondes, pourraient échouer devant d'insurmontables difficultés.

« L'insuffisance des capitaux disponibles, le prix élevé des appareils du drainage, la dépense considérable des frais de transport, enfin, la connaissance encore imparfaite du mode d'opération, et l'hésitation inséparable des premiers essais, tels sont les obstacles qui arrêtent la bonne volonté des cultivateurs, et que le Gouvernement doit s'efforcer d'aplanir.

« La création des Sociétés de crédit foncier, nouvel auxiliaire de la propriété territoriale, suffira, on doit l'espérer, pour fournir à l'agriculture les ressources qui doivent la mettre à même d'entrer résolûment dans cette voie d'améliorations; car aucun emploi plus fructueux ne saurait être fait des sommes qui lui seront avancées.

« En ce qui touche les frais de transport du matériel de drainage, des arrangements récemments conclus avec les compagnies des chemins de fer permettront de diminuer ces frais dans une notable proportion, et réaliseront ainsi des avantages analogues à ceux qu'on a déjà obtenus pour le transport des marnes en Sologne.

« Un moyen d'action des plus efficaces consiste à répandre dans le pays la connaissance des procédés les plus perfectionnés et de venir en aide, par le concours direct de l'Administration, à l'inexpérience de l'agriculteur. Dans cette vue, un cours spécial de drainage a été créé dans chacune des Écoles impériales des Ponts et Chaussées et des Mines; un manuel pratique, destiné à fournir aux ingénieurs et aux cultivateurs eux-mêmes des notions précises sur l'application de ce système, est actuellement en voie de rédaction, et sera très-prochainement publié. Je prends d'ailleurs les dispositions nécessaires pour que les ingénieurs du service hydraulique et les agents placés sous leurs ordres fournissent gratuitement leur concours aux propriétaires qui voudraient faire sur leurs terres l'application du drainage. Il importe surtout, dans une semblable question, de donner un puissant encouragement aux premiers essais.

« Mais la fabrication économique et surtout bien entendue des

instruments de drainage est l'un des points qui doivent appeler l'attention la plus sérieuse du Gouvernement ; c'est la condition nécessaire des progrès de cette opération. Déjà des sommes assez importantes ont été distribuées dans divers départements pour l'acquisition de machines destinées à leur fabrication. Il importe que ce bienfait soit généralisé, et que chaque département participe à une mesure qui, en répandant les bonnes méthodes, fournira aux populations à la fois un encouragement et un modèle à suivre.

« Dans une semblable question, ce sont les premiers essais qu'il importe de soutenir; l'exemple de travaux heureux deviendra bientôt le plus actif des stimulants.

« Si Votre Majesté daigne donner son approbation aux vues que je viens de lui exposer, je la prierai, afin d'en assurer la réalisation, de vouloir bien m'autoriser à disposer de la somme nécessaire pour encourager dans les départements la fabrication économique des tuyaux de drainage et développer la pratique de ce procédé. Cette somme, qui ne paraît pas devoir excéder 100,000 fr., pourra être prélevée sur l'ensemble des fonds affectés au ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics. »

Le rapport précédent ayant été approuvé par l'Empereur, un arrêté ministériel du 30 novembre 1855 a fixé la répartition de la somme de 100,000 fr. entre les budgets des années 1854 et 1855. En même temps M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, donnait des ordres pour que les ingénieurs des ponts et chaussées, chargés du service hydraulique, ou pour que des agents spéciaux fussent mis gratuitement à la disposition des agriculteurs qui voudraient faire drainer, et qui se trouveraient arrêtés par la difficulté d'effectuer des levés de plans, des nivellements, de rédiger des projets et de surveiller des travaux assez délicats. Nous verrons, en parlant du drainage dans chaque département, que ces mesures ont été fructueusement appliquées.

Le tableau suivant indique les allocations obtenues par les divers départements; nous y avons rappelé les sommes précédemment accordées.

DÉPARTEMENTS.	SOMMES allouées avant le 30 août 1854.	DESTINATION DES CRÉDITS ALLOUÉS depuis le 30 août 1854.	CRÉDI[TS] alloué[s] sur les exe[rcices] 1854.
	fr.		fr.
Ain.	2,000	Acheter des machines et abaisser le prix des tuyaux.	400
Aisne.	1,200	Achat de machines et distribution de primes.	200
Allier.	2,400	Id.	200
Alpes (Basses-).	"	Id.	200
Alpes (Hautes-).	"	"	"
Ardèche.	"	"	"
Ardennes.	1,200	Achat de machines et distribution de primes.	200
Ariége.	"	Achat d'une machine.	200
Aube.	"	Acheter des machines et encourager les travaux.	200
Aude.	"	Achat de machines et distribution de primes.	200
Aveyron.	"	Id.	400
Bouches-du-Rhône.	"	Id.	300
Calvados.	3,600	Pour achat de machines.	300
Cantal.	"	Achat de machines et d'outils.	400
Charente.	"	Achat de machines et distribution de tuyaux.	300
Charente-Inférieure.	1,200	Achat de machines.	200
Cher.	2,500	Id.	200
Corrèze.	"	Id.	300
Corse.	"	Achat de machines et distribution de primes.	200
Côte-d'Or.	"	Achat de machines et frais d'études.	300
Côtes-du Nord.	200	Distribution de primes aux fermiers et aux fabricants de tuyaux.	200
Creuse.	"	Achat de machines et exécution de spécimens.	200
Dordogne.	"	Achat de machines.	200
Doubs.	1,200	Confection gratuite ou à prix réduits de tuyaux.	300
Drôme.	"	Achat de machines.	200
Eure.	1,200	Établir des dépôts de tuyaux à prix réduits, distribuer des primes et faire des spécimens.	200
Eure-et-Loire.	1,200	Acheter des machines et faire des spécimens.	300
Finistère.	1,200	Achat de machines et distribution de primes.	300
Gard.	1,200	Essais de drainage à titre de spécimens et distribution de primes.	300
Garonne (Haute-	1,200	Achat de machines	500
Gers.	"	Achat de machines et distribution d'outils à prix réduits.	300
A reporter.	21,500	*A reporter.*	7,700

DÉPARTEMENTS.	SOMMES allouées avant le 30 août 1854.	DESTINATION DES CRÉDITS ALLOUÉS depuis le 30 août 1854.	CRÉDITS alloués sur les exercices 1854.	1855.
	fr.		fr.	fr.
Report	21,500	*Report*	7,700	28,600
GIRONDE	//	Achat de machines	500	1,000
HÉRAULT	1,200	Id	250	750
ILLE-ET-VILAINE	1,200	Achat de machines, outils, distribution de primes.	250	750
INDRE	2,400	Distribution de primes et drainage de quelques portions de terrains	300	900
INDRE-ET-LOIRE	//	Achat de machines	300	900
ISÈRE	2,400	Achat de machines et distribution de primes.. .	300	900
JURA	//	Achat de machines	250	750
LANDES	//	Achat de machines et abaisser le prix des tuyaux.	300	900
LOIR-ET-CHER	//	Achat de machines et distribution de subventions.	250	750
LOIRE	16,080	Encouragement aux travaux de drainage	//	1,200
LOIRE (HAUTE-)	1,200	Achat de machines et distribution de primes....	300	900
LOIRE-INFÉRIEURE	1,200	Id	300	900
LOIRET	2,400	Id	300	900
LOT	//	Achat de machines et faire des spécimens.	300	900
LOT-ET-GARONNE	1,200	Id	300	900
LOZÈRE	//	Achat d'une machine et d'outils.	300	900
MAINE-ET-LOIRE	1,200	Achat de machines	300	900
MANCHE	2,400	Id	300	900
MARNE	1,600	Achat de machines et distribution de primes....	250	750
MARNE (HAUTE-)	5,400	Id	300	900
MAYENNE	6,200	Achat de machines et exécution de spécimens...	250	750
MEURTHE	1,200	Id	250	750
MEUSE	1,200	Achat de machines, distribution de tuyaux et exécution de spécimens	300	900
MORBIHAN	//	Achat d'une machine et distribution de tuyaux..	300	1,200
MOSELLE	//	Id	300	900
NIÈVRE	4,700	Achat de machines	300	900
NORD	3,750	Encouragement au drainage	300	1,200
OISE	3,600	Allocation accordée à l'Association agricole du Drainage, afin de la mettre à même d'abaisser le prix des tuyaux	300	1,200
ORNE	1,200	Achat de machines.	300	900
A reporter	83,230	*A reporter*	15,950	54,350

DÉPARTEMENTS.	SOMMES allouées avant le 30 août 1854.	DESTINATION DES CRÉDITS ALLOUÉS depuis le 30 août 1854.	CRÉDITS alloués sur les exercices 1854.	1855.
	fr.		fr.	fr
Report......	83,230	*Report*.	15,950	54,35
Pas-de-Calais........	1,400	Achat de machines et distribution de primes....	300	1,20
Puy-de-Dôme.	2,400	Id....................................	300	90
Pyrénées (Basses-)...	//	Achat de machines et distribution de tuyaux....	300	90
Pyrénées (Hautes-)..	//	Achat de machines.........................	300	90
Pyrénées-Orientales.	400	Achat de machines et distribution de tuyaux....	300	90
Rhin (Bas-)..........	1,200	Distribution de primes aux propriétaires qui feront les travaux de drainage...............	200	1,00
Rhin (Haut-)........	//	Achat d'une machine, distribution de primes, de tuyaux..............................	300	90
Rhône..............	//	Achat de machine et distribution de primes....	200	1,00
Saône (Haute-)......	1,200	Expériences et achat de machines.............	300	1,20
Saône-et-Loire......	1,200	Achat de machines.	300	90
Sarthe.............	1,200	Distribution de tuyaux aux Comices et aux particuliers.	300	90
Seine.	//	//	»	»
Seine-Inférieure. ...	1,332	Achat d'une machine et faire quelques essais....	300	90
Seine-et-Marne.....	2,000	Achat de machines..........................	300	90
Seine-et-Oise.	2,227	Distribution de primes et médailles aux propriétaires qui feront drainer leurs terres.........	200	1,00
Sèvres (Deux-).......	1,200	Achat de machines.........................	200	1,00
Somme.	//	Id....................................	300	1,20
Tarn.	1,200	Achat de machines et accorder des primes aux fabricants de tuyaux......................	300	900
Tarn-et-Garonne.....	1,200	Achat de machines et faire faire des spécimens..	300	900
Var.	1,200	Achat d'une machine et distribuer des primes...	300	90
Vaucluse...........	1,200	//	»	»
Vendée.............	2,600	Achat de machines et accorder des primes aux propriétaires qui feront des essais..........	300	900
Vienne.............	//	Id....................................	300	900
Vienne (Haute-).....	1,200	Id....................................	300	900
Vosges.............	3,600	Distribuer des primes......................	200	1,000
Yonne..............	200	Achat de machines.	300	900
Total.........	111,189	Totaux...	22,650	77,350
		Total.	100,000	

Sur les budgets de 1855 et de 1856, M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, a distribué des subventions s'élevant à 141,000 francs environ.

Sur cette somme, 60 nouvelles machines ont été achetées et expédiées dans les départements. Le surplus de ce crédit doit être appliqué, suivant les propositions faites par les Ingénieurs et les Préfets, les Sociétés et les Comices agricoles consultés : 1° aux frais d'études de projets de drainage; 2° à l'exécution de travaux spécimens; 3° à des subventions, primes et médailles aux propriétaires et associations qui auront exécuté des travaux de quelque importance sur des projets réguliers; 4° à de nouvelles acquisitions, suivant les besoins, de machines, ou d'outils et de publications sur le drainage.

L'ensemble des crédits accordés jusqu'à la fin de 1856 pour des encouragements au drainage, en France, forme donc un total de 352,189 francs.

Cette somme a servi à l'achat d'un nombre de machines s'élevant à 190.

Il ne faut pas limiter à ce nombre les machines à étirer les tuyaux qui sont aujourd'hui répandues dans toute la France. Beaucoup d'agriculteurs ou de tuiliers et de briquetiers ont acheté des machines avec leurs propres deniers, soit chez nos constructeurs, soit à l'étranger. Les droits d'importation des machines étrangères, qui ne s'élevaient pas à moins de 77 fr. pour 100 kil., non compris les frais accessoires, comme nous l'avons rapporté ailleurs (liv. IV, chap. LXXIV, t. I, p. 336), ont du reste été réduits par le Gouvernement. C'est ce qui résulte de la note suivante, insérée au *Moniteur* du 4 juillet 1856 :

« M. le ministre des finances vient de décider, sur la proposition de M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, et conformément à l'avis du comité consultatif des

arts et manufactures, que les appareils à fabriquer les tuyaux de drainage, qui acquittaient jusqu'ici le droit d'entrée des machines non dénommées au tarif autres qu'à vapeur, droit dont le taux varie de 20 à 65 fr. par 100 kilogr., seraient désormais admis au droit des machines agricoles (15 fr. (1) par 100 kil.), quel que soit d'ailleurs le poids des appareils en question. Mais il a été arrêté en même temps que les machines destinées à broyer la terre ou à la préparer pour être façonnée en tuyaux, ou toutes autres machines accessoires importées isolément, c'est-à-dire qui ne feraient pas partie d'un appareil complet pour la confection des tuyaux de drainage, continueraient à acquitter le droit d'entrée des machines non dénommées autres qu'à vapeur. »

Le transport des tuyaux a aussi appelé l'attention du Gouvernement, qui s'est préoccupé des moyens de les faire admettre sur les chemins de fer à des tarifs réduits. *Le Moniteur* du 23 août 1854 contenait à cet égard la note suivante :

« Le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, préoccupé de l'intérêt qu'il y aurait pour l'agriculture à obtenir à bas prix des tuyaux de drainage, a fait un appel aux compagnies de chemins de fer, et leur a demandé de réduire autant que possible le prix de transport de ces matières. Les compagnies se sont empressées de déférer aux désirs du ministre, et elles viennent de soumettre à son homologation des tarifs qui permettront aux propriétaires ruraux de s'approvisionner à bon marché. C'est un nouvel élément de prospérité pour l'agriculture, et l'on ne peut que savoir gré aux compagnies de chemins de fer de l'empressement qu'elles ont mis à seconder les vues bienveillantes du Gouvernement en faveur des cultivateurs. »

En exécution de cette convention entre M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, et les compagnies de chemins de fer, un arrêté de M. le préfet de police, affiché dans Paris, a fait connaître que :

« Par une ordonnance du 12 octobre 1854, la compagnie du chemin de fer du Nord est autorisée à appliquer au transport des tuyaux de drainage, par wagons complets de 5,000 kilogrammes,

(1) En ajoutant le double décime de guerre, le droit réellement payé est de 18 fr. les 100 kilogrammes.

le prix de la 2e catégorie de la 3e classe du tarif général, du 10 février 1847 (9 à 10 centimes par tonne et par kilomètre), frais de chargement et de déchargement compris, sans garantie en ce qui concerne les avaries et déchets de route. »

Nous ferons remarquer que le poids de 1,000 petits tuyaux peut être évalué en moyenne à 1,000 kilogr. (liv. IV, chap. LXXXI, t. I, p. 429); en supposant un écartement de 12 mètres, il faut 2,500 tuyaux par hectare; on voit donc qu'on peut tout au plus charger sur un wagon la quantité nécessaire au drainage de 2 hectares.

Quelques Compagnies ont fait descendre les prix de transport au-dessous du maximum de 9 à 10 centimes par tonne et par kilomètre. Sur le chemin de fer de Strasbourg, on n'a demandé que 6 centimes, et sur le chemin d'Orléans on n'a même pris que 2 centimes; mais il ne faut pas s'attendre à payer généralement des tarifs aussi bas que ceux-là.

La fabrication des tuyaux nous paraît devoir être nécessairement locale; c'est une marchandise qui n'est pas susceptible de supporter économiquement des transports lointains. Le Gouvernement l'a compris depuis plusieurs années déjà en donnant, comme nous l'avons dit, des encouragements pour des achats de machines destinées à presque tous les arrondissements. C'est sous l'influence des administrations locales, qui se sont vues soutenues d'en haut, que le drainage s'est surtout développé, ainsi que nous allons le reconnaître en étudiant la situation du drainage dans chaque département.

Les 100 millions votés en 1856 pour des travaux de drainage doivent désormais faire fructifier rapidement les germes qui ont été développés déjà par une propagande active, à la tête de laquelle se sont dignement pla-

cés, il faut le reconnaître hautement, M. Rouher, ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, et M. Mauny de Mornay, chef de la division de l'agriculture.

L'étude de la situation actuelle du drainage dans chacun de nos départements et dans les principaux États étrangers, étude que nous sommes forcé de renvoyer au troisième volume de cet ouvrage, à cause de son étendue, démontrera que l'agriculture française est entrée hardiment dans la voie du progrès, et qu'elle n'entend plus aujourd'hui qu'on lui reproche de porter moins haut son drapeau dans le monde que ne le font la science, les arts et l'industrie, ces trois autres fleurons du génie gaulois.

FIN DU TOME DEUXIÈME.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME DEUXIÈME.

LIVRE V.

EXÉCUTION DU DRAINAGE.

LIVRE VI.

STATISTIQUE DU DRAINAGE.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU TOME DEUXIÈME.

TABLE DES FIGURES

DU TOME DEUXIÈME.

FIN DE LA TABLE DES FIGURES DU TOME DEUXIÈME.



OUVRAGES DU MÊME AUTEUR.

Statique chimique des animaux appliquée spécialement à la question de l'emploi agricole du sel. 1 vol. in-12 de 532 pages.. 5 fr.

Recherches analytiques sur les eaux pluviales, précédées d'un rapport de M. Arago, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. 1 vol in-4° de 90 pages.................................. 2 fr.

Arago (Notice biographique sur François). Grand in-8° de 24 pages avec portrait et autographe.................................. 50 c.

Journal d'Agriculture pratique, fondé en 1837 par M. Bixio; dirigé, depuis 1850, par M. Barral, avec la collaboration de MM. Boussingault, de Gasparin, Léonce de Lavergne, Payen, de l'Institut; Dailly, Delafond, Gareau, de Kergorlay, Moll, Renault, Robinet, Louis Vilmorin, Yvart, de la Société centrale d'agriculture; Aylies, Victor Borie, Bouley, Du Breuil, de Dampierre, Dupuis, Duval, Gayot, de Gourcy, Heuzé, Jamet, Lecouteux, Lefour, Victor Lefranc, Eugène Marie, Martins, Peers, Risler, de La Tréhonnais, Villeroy, et un grand nombre d'autres agriculteurs français et étrangers; paraissant le 5 et le 20 de chaque mois, en une brochure de 48 à 64 pages in-4° avec de nombreuses gravures, et formant tous les ans deux volumes in-4° de 530 à 600 pages chacun.

PRIX DE L'ABONNEMENT. — UN AN (JANVIER A DÉCEMBRE):

France, Algérie, Autriche, Bade, Bavière, Belgique, Danemark, Valachie, Wurtemberg.................................. 15 fr.

États romains, 25 fr.—Naples, Toscane, Amérique et colonies françaises par voie d'Angleterre.................................. 20 fr.

L'Angleterre et les autres États d'Europe.................................. 18 fr.

Sous presse pour paraître prochainement:

Instruments et Machines agricoles.

1 vol. grand in-4°, avec de nombreuses gravures dans le texte.

En vente à la même librairie.

MAISON RUSTIQUE DU 19e SIÈCLE,

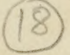
Avec plus de 2,500 gravures représentant les instruments, machines et appareils, races d'animaux, arbres, arbustes et plantes, serres, bâtiments ruraux, etc.

Cinq volumes in-4°, équivalant à 25 volumes in-8° ordinaires.

Tome I. — Agriculture proprement dite.
Tome II — Cultures industrielles et animaux domestiques.
Tome III. — Arts agricoles.
Tome IV. — Agriculture forestière, étangs, administration et législation rurale.
Tome V. — Horticulture, travaux du mois pour chaque culture spéciale.

Prix: un volume 9 fr. — Les cinq volumes, ouvrage complet, 39 fr. 50.

Paris. — Typographie de Firmin Didot frères, rue Jacob, 56.


18


UTL AT DOWNSVIEW
D RANGE BAY SHLF POS ITEM C
39 14 05 03 10 005 8